



**PENGUKUR DAYA LISTRIK MENGGUNAKAN SENSOR ARUS
ACS712-05A DAN SENSOR TEGANGAN ZMPT101B**

PROYEK AKHIR

Diajukan Kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Guna Memperoleh Gelar Ahli Madya Teknik



Oleh:

Iyan Anugrah

NIM. 13506134009

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2017**



**PENGUKUR DAYA LISTRIK MENGGUNAKAN SENSOR ARUS
ACS712-05A DAN SENSOR TEGANGAN ZMPT101B**

PROYEK AKHIR



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2017**

LEMBAR PERSETUJUAN

PROYEK AKHIR

Dengan Judul

**PENGUKUR DAYA LISTRIK MENGGUNAKAN SENSOR ARUS
ACS712-05A DAN SENSOR TEGANGAN ZMPT101B**

Dipersiapkan dan disusun oleh :

Iyan Anugrah
NIM. 13506134009

Telah diperiksa dan disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk diujikan

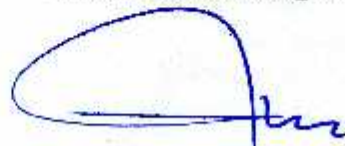
Di depan Dosen Penguji Tugas Akhir

Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Yogyakarta

Guna memperoleh gelar Ahli Madya Teknik

Yogyakarta, Agustus 2017

Dosen Pembimbing Proyek Akhir



Toto Sukisno, M.Pd.

NIP. 19740828200112 1 005

LEMBAR PENGESAHAN

PROYEK AKHIR

PENGUKUR DAYA LISTRIK MENGGUNAKAN SENSOR ARUS ACS712-05A DAN SENSOR TEGANGAN ZMPT101B

Dipersiapkan dan Disusun Oleh :

Iyan Anugrah

NIM. 13506134009

Telah Dipertahankan Didepan Dewan Penguji Tugas Akhir
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

Pada Tanggal 27 September 2017

dan Dinyatakan Telah Memenuhi Syarat Guna Memperoleh
Gelar Ahli Madya Teknik Program Studi Teknik Elektro

DEWAN PENGUJI

Nama	Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
1. Toto Sukisno, M.Pd.	Ketua Penguji		25-10-2017
2. Totok Ileru Tri Maryadi, M.Pd	Sekretaris		25-10-2017
3. Rustam Asnawi, MT, Ph.D	Penguji Utama		25-10-2017

Yogyakarta, Oktober 2017
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Negeri Yogyakarta,



Dr. Widarto, M.Pd.

NIP. 19631230 198812 1 00111

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Iyan Anugrah
NIM : 13506134009
Prodi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Judul Proyek Akhir :

PENGUKUR DAYA LISTRIK MENGGUNAKAN SENSOR ARUS ACS712-05A DAN SENSOR TEGANGAN ZMPT101B

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Proyek Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya atau gelar lainnya di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 2 Agustus 2017

Yang menyatakan

Iyan Anugrah
NIM. 13506134009

PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur kepada Tuhan yang Maha Esa, Laporan proyek akhir ini penulis persembahkan kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahnya, sehingga tidak ada kesulitan yang tidak bisa diselesaikan dalam pengerjaan proyek akhir ini.
2. Ayah saya yang paling saya banggakan Bapak Sudiyo yang telah bekerja keras tanpa lelah untuk menafkahi kedua anaknya dan yang telah mengajarkan arti kehidupan.
3. Ibu saya yang paling saya sayangi dan cintai Ibu Katoni yang telah mendidik kedua anaknya untuk disiplin dan yang selalu memahami kondisi kedua anaknya.
4. Adikku tercinta Iwan Santoso yang selalu memberikan keceriaan.
5. Keluarga besarku yang selalu memberikan dukungan baik moril maupun material sehingga membuatku menjadi seseorang yang lebih dewasa dan selalu memberikan semangat dan doa.
6. Teman-teman kelas B 2013 Tekik Elektro Universitas Negeri Yogyakarta yang telah menemani selama masa perjuangan menjadi mahasiswa.
7. Teman-teman FKMP UNY yang telah menjadi keluarga besar yang menyenangkan.
8. Orang-orang terdekatku yang selalu menemani disaat susah maupun senang dan yang selalu memberikan doa dan semangatnya untukku.
9. Teman-teman PSDA 2014 FKMP UNY yang merupakan bagian keluarga yang selalu menyenangkan.
10. Para penghuni Kos Deprigant yang selalu memberikan nuansa hangat dan kekompakan yang sangat luar biasa.
11. Semua orang yang pernah saya kenal dan mengenal saya yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu

MOTTO

“Hidup adalah pilihan, walau kau takkan bisa merubah takdirmu setidaknya jangan tinggalkan penyesalan”

*“Niatkanlah semua aktivitasmu untuk beribadah kepada Allah
SWT”*

PENGUKUR DAYA LISTRIK MENGGUNAKAN SENSOR ARUS ACS712-05A DAN SENSOR TEGANGAN ZMPT101B

Oleh:

Iyan Anugrah

NIM. 13506134009

Teknik Elektro, Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik,

Universitas Negeri Yogyakarta

Email: aizheenz09@gmail.com

Abstrak

Proyek Akhir ini bertujuan untuk merancang dan mengetahui unjuk kerja dari pengukur daya listrik menggunakan sensor arus ACS712-05A dan sensor tegangan ZMPT101B. Alat ini diharapkan dapat mengukur penggunaan daya listrik.

Pembuatan Proyek Akhir ini melalui beberapa tahapan. Tahapan-tahapan pembuatan meliputi (1) Identifikasi Kebutuhan, (2) Analisis Kebutuhan, (3) Perancangan, (4) Pembuatan, (5) Implementasi, (6) Pengujian. Tahap pengujian alat terdiri atas (1) Uji teknis, (2) Uji fungsi dan unjuk kerja meliputi uji kesesuaian pengukuran arus listrik, tegangan listrik dan daya listrik.

Hasil pengujian unjuk kerja alat menunjukkan bahwa rata-rata persentase kesalahan alat saat mengukur arus listrik sebesar 4,45%, rata-rata persentase kesalahan saat mengukur tegangan listrik sebesar 0,25%, dan rata-rata persentase kesalahan saat mengukur daya listrik sebesar 4,35%. Alat sudah dapat digunakan untuk mengukur nilai daya listrik dengan mengabaikan nilai $\cos \phi$.

Kata kunci : pengukur, pembatas, arus listrik, tegangan, daya listrik

ELECTRIC POWER MEASUREMENT USING ACS712-05A CURRENT SENSOR AND ZMPT101B VOLTAGE SENSOR

By:

Iyan Anugrah

NIM. 13506134009

Electrical Engineering, Department of Electrical Engineering Education, Faculty of Engineering,

State University of Yogyakarta

Email: aizheenz09@gmail.com

Abstract

This Final Project aims to design and know the performance of the electric power meter using the ACS712-05A current sensor and the ZMPT101B voltage sensor. This tool is expected to measure the use of electrical power.

The process of making this Final Project through several stages. The steps of manufacture include (1) Identification of Needs, (2) Needs Analysis, (3) Design, (4) Preparation, (5) Implementation, (6) Testing. The testing phase of the tool consists of (1) Technical test, (2) Function and performance test includes the measurement of the suitability of the measurement of electric current, electric voltage and electric power.

The performance test results indicate that the average percentage of equipment error when measuring the electric current is 4,45%, the average percentage error when measuring the utility voltage is 0,25%, and the average percentage error when measuring the power of 4,35%. The tool can already be used to measure the value of electric power by ignoring the value of $\cos \phi$.

Keywords: measuring, limiting, electric current, voltage, electrical power

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan akan kehadiran Allah SWT Yang Maha Esa lagi Maha Mengetahui yang telah melimpahkan rahmat, nikmat dan anugerah-Nya sehingga dapat melaksanakan dan menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul Pengukur Daya Listrik Menggunakan Sensor Arus ACS712-05A dan Sensor Tegangan ZMPT101B ini dengan baik.

Terselesaikannya proyek akhir beserta laporannya tidaklah lepas dari bantuan-bantuan pihak lain. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua Orang Tua penulis atas dukungan baik moril maupun materil selama pelaksanaan proyek akhir.
2. Bapak Toto Sukisno, M.Pd, selaku Dosen Pembimbing, Koordinator Proyek Akhir D3 Elektro dan Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
3. Bapak Rustam Asnawi, Ph.D selaku Pembimbing Akademik
4. Bapak Drs. Totok Heru Tri Maryadi, M.Pd, selaku Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
5. Bapak Dr. Widarto, M.Pd selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
6. Bapak Prof. Dr. Sutrisna Wibawa, M.Pd selaku Rektor Universitas Negeri Yogyakarta.
7. Para Dosen, Teknisi dan Staf Jurusan Pendidikan Teknik Elektro yang telah banyak memberikan ilmu pengetahuan.
8. Teman-teman kelas B angkatan 2013 yang senantiasa memberikan semangat dan keceriaan.
9. Tim pengembang instalasi listrik dan High Voltage Team yang senantiasa membantu selama perkuliahan dan memberikan banyak motivasi.

10. Seluruh keluarga besar Forum Keluarga Mahasiswa Purworejo Universitas Negeri Yogyakarta yang telah memberikan pelajaran berorganisasi.
11. Semua pihak yang terkait yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu yang telah banyak memberikan bantuan baik materi maupun semangat. Semoga kebaikan kalian menjadi ibadah.

Penulis berharap semoga laporan proyek akhir ini dapat bermanfaat bagi diri sendiri dan semua pihak. Kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan untuk perbaikan di masa yang akan datang.

Yogyakarta, 2 Agustus 2017

Hormat saya,

Iyan Anugrah

NIM. 13506134009

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	v
MOTTO	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah.....	4
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan	5
F. Manfaat	5
1. Manfaat Bagi Mahasiswa	5
2. Manfaat Bagi Dosen.....	5
3. Manfaat Bagi Jurusan Pendidikan Teknik Elektro.....	6
G. Keaslian Gagasan	6
BAB II. PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH	
A. Daya Listrik.....	7
1. Daya Aktif	8
2. Daya Reaktif.....	9
3. Daya Semu	9
B. Kilo Watthours Meter	11
1. KWh Meter Satu Fasa	11
2. Prinsip Kerja KWh Meter Induksi	11
3. Perhitungan KWh Meter Induksi	13
C. Komponen Utama dan Pendukung.....	14
1. Sensor Arus ACS712-05A	14
2. Sensor Tegangan ZMPT101B	16
3. Relai	18
4. Transformator.....	22
5. LCD 16x4.....	24
6. Mikrokontroler	25

BAB III. KONSEP PERANCANGAN ALAT

A. Identifikasi Kebutuhan	30
B. Analisis Kebutuhan	30
C. Perancangan Alat	32
1. Perancangan Rangkaian Catu Daya	33
2. Perencanaan Konfigurasi Mikrokontroler	33
3. Perancangan Mekanik	40
D. Tahap Pembuatan	41
1. Pembuatan Rangkaian Komponen pada PCB	41
2. Proses Pemasangan Komponen pada Akrilik	45
3. Proses Pemrograman	46
E. Implementasi	47
F. Perencanaan Pengujian.....	47
1. Uji Teknis.....	47
2. Uji Fungsi dan Unjuk Kerja	48

BAB IV. HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Alat.....	52
1. Uji Teknis.....	52
2. Pengujian Fungsi dan Unjuk Kerja	54

BAB V. PENUTUP

A. Kesimpulan	57
B. Keterbatasan Alat	57
C. Saran.....	58

DAFTAR PUSTAKA	59
-----------------------------	-----------

LAMPIRAN	60
-----------------------	-----------

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Segitiga Daya	10
Gambar 2. Skema KWh Meter Induksi.....	13
Gambar 3. Sensor Arus ACS712-05A	14
Gambar 4. Pin Sensor Arus ACS712-05A.....	15
Gambar 5. Blok Diagram Sensor Arus ACS712.....	16
Gambar 6. Sensor Tegangan ZMPT101B.....	17
Gambar 7. Ukuran dan Tata Letak Pin Sensor Tegangan ZMPT101B.....	18
Gambar 8. Rangkaian Sensor Tegangan ZMPT101B.....	18
Gambar 9. Bentuk Fisik Relai	19
Gambar 10. Simbol Relai.....	19
Gambar 11. Rangkaian Dasar Relai	20
Gambar 12. Bentuk Transformator dan Simbol Transformator.....	22
Gambar 13. Komponen Transformator	23
Gambar 14. Bentuk Fisik LCD 16x4	24
Gambar 15. Blok Diagram Mikrokontroler ATmega16	28
Gambar 16. Pin ATmega16	29
Gambar 17. Rangkaian Catu Daya.....	33
Gambar 18. Konfigurasi Mikrokontroler ATmega16.....	34
Gambar 19. Rangkaian Perencanaan Sensor Tegangan.....	35
Gambar 20. Rangkaian Perencanaan Sensor Arus ACS712	36
Gambar 21. Rangkaian Perencanaan LCD 16x4.....	37
Gambar 22. Rangkaian Perencanaan Relai	38
Gambar 23. Simbol Relai.....	39
Gambar 24. Rangkaian Perencanaan Keseluruhan	40
Gambar 25. PCB polos.....	42
Gambar 26. Proses Penyetrikaan PCB	42
Gambar 27. Proses Pelarutan PCB.....	43
Gambar 28. Proses Pengeboran PCB	44
Gambar 29. Proses Penyolderan PCB.....	45
Gambar 30. Tampilan Akrilik.....	46

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Komponen Pembuatan Proyek Akhir	31
Tabel 2. Rincian Alat Yang Digunakan	32
Tabel 3. Konfigurasi LCD 16x4.....	37
Tabel 4. Data Pengamatan Uji Teknis Komponen.....	48
Tabel 5. Kesimpulan Data Pengamatan	48
Tabel 6. Alat Pengukur Pembanding	49
Tabel 7. Beban	49
Tabel 8. Uji Kesesuaian Pengukuran Arus	50
Tabel 9. Uji Kesesuaian Pengukuran Tegangan	50
Tabel 10. Uji Kesesuaian Pengukuran Daya.....	51
Tabel 11. Data Pengamatan Uji Teknis.....	53
Tabel 12. Hasil Pengujian Komponen	53
Tabel 13. Uji Kesesuaian Pengukuran Arus	54
Tabel 14. Uji Kesesuaian Pengukuran Tegangan	55
Tabel 15. Uji Kesesuaian Pengukuran Daya.....	55

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Energi listrik di era modern telah berkembang pesat sejak pertama kali ditemukan. Energi listrik bukan hanya sebagai bahan penelitian melainkan juga sebagai sumber tenaga penggerak untuk peralatan yang digunakan oleh manusia. Pemanfaatan energi listrik sangat membantu pekerjaan manusia karena energi listrik dapat digunakan sebagai sumber tenaga alat pemanas, penggerak, pemutar, dan penerangan. Pembangkit listrik sudah banyak dibangun untuk memenuhi kebutuhan penggunaan energi listrik sehari-hari. Penyaluran energi listrik menggunakan kabel jaringan transmisi dan distribusi yang melewati udara, bawah tanah dan di dalam laut.

Energi listrik digunakan konsumen sesuai dengan kebutuhan. Penggunaan energi listrik tidak dibatasi Perusahaan Listrik Negara (PLN) karena konsumen bertanggung jawab terhadap energi listrik yang digunakan sendiri. Penggunaan energi listrik yang besar membuat pembangkit listrik harus memproduksi daya listrik lebih banyak. Pembangkit listrik menggunakan sumber tenaga penggerak berupa sumber daya alam. Sumber daya alam dibagi menjadi dua yaitu sumber daya alam yang dapat diperbaharui dan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui. Pembangkit listrik dengan menggunakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui seperti PLTU akan berhenti beroperasi ketika tidak ada bahan bakar. Penghematan listrik harus dilaksanakan agar energi listrik mudah didapatkan dan bertahan dalam

jangka waktu panjang. Konsumen harus menggunakan energi listrik secara bijak agar energi listrik tetap mudah dan murah untuk didapatkan.

Penanganan semua hal tentang tenaga listrik di Indonesia dilaksanakan oleh PLN (Perusahaan Listrik Negara). PLN menangani semua yang berhubungan dengan kelistrikan di Indonesia yaitu pembangkitan, penyaluran, pengamanan, pengukuran dan pembayaran. Pengukuran penggunaan energi listrik yang harus dibayarkan oleh konsumen di Indonesia kepada PLN dilakukan dengan menggunakan KWh meter. KWh meter adalah alat yang digunakan untuk mengukur penggunaan daya listrik pada suatu rangkaian instalasi listrik yang berada di suatu gedung atau bangunan, KWh meter dipasang antara kabel jaringan distribusi dan instalasi listrik suatu bangunan. Bentuk KWh meter pertama yang digunakan di Indonesia adalah KWh meter analog. KWh meter analog menggunakan sistem pascabayar dimana daya listrik yang digunakan dalam waktu tertentu akan dikonversi menjadi harga yang harus dibayarkan. KWh meter analog disebut juga KWh meter induksi karena menggunakan kumparan tegangan dan kumparan arus sebagai pengukur energi listrik yang digunakan. KWh meter induksi.

KWh meter analog dapat dikembangkan menjadi lebih ringkas pada era digital seperti sekarang. Kumparan arus dan kumparan tegangan pada KWh meter analog dapat diganti dengan sensor kecil. Sensor arus ACS712 dapat digunakan untuk mengukur arus listrik pada suatu rangkaian. Kumparan tegangan pada KWh meter analog dapat digantikan dengan sensor tegangan ZMPT101B. Sensor arus ACS712 dan sensor tegangan ZMPT101B dapat

mengukur daya listrik yang digunakan tanpa memperhitungkan nilai $\cos \phi$. Penggunaan kedua sensor tersebut memerlukan mikrokontroler sebagai pengubah data analog yang dihasilkan sensor menjadi data digital. Data digital yang diolah mikrokontroler akan ditampilkan di LCD (*Liquid Crystal Display*). Mikrokontroler memiliki memori yang dapat diisi program untuk mengendalikan suatu rangkaian. Rangkaian mikrokontroler membutuhkan pengamanan ketika terjadi hubung singkat dan beban lebih sehingga rangkaian pengendali tetap aman saat terjadi gangguan.

Berdasarkan permasalahan yang dijelaskan di atas, penulis yang merupakan mahasiswa teknik elektro berinisiatif untuk mengembangkan alat yang dapat digunakan sebagai pengukur dan pembatas penggunaan daya listrik. Alat ini berjudul “Pengukur Daya Listrik Menggunakan Sensor Arus ACS 712-05A dan Sensor Tegangan ZMPT101B”. Alat ini merupakan alat ukur dengan sistem pascabayar karena menghitung daya listrik yang digunakan dan mengkonversikan menjadi harga yang harus dibayarkan sesuai ketentuan PLN.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian paragraf diatas, dapat diambil permasalahan sebagai berikut:

1. Pemborosan penggunaan energi listrik berdampak pada penggunaan sumber daya alam yang besar.
2. Ketersediaan energi listrik dalam jangka waktu panjang.

3. Penggunaan alat ukur energi listrik lama yang memiliki resiko kerugian lebih besar.
4. Perlu ada rincian harga yang harus dibayar untuk penggunaan energi listrik.
5. Ketepatan sensor arus ACS712-05A dalam mendeteksi nilai arus listrik yang mengalir ke beban.
6. Ketepatan sensor tegangan ZMPT101B dalam mendeteksi nilai tegangan yang ada pada sumber listrik atau stop kontak.
7. Komponen pengaman untuk rangkaian pengukur daya.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah dijelaskan di atas, perlu adanya pembatasan masalah sehingga dalam masalah yang terpilih dapat dijelaskan secara detail. Pembatasan masalah yang dilaksanakan oleh penulis terhadap proyek akhir yang dikerjakan meliputi pengukuran tegangan dan arus listrik yang digunakan penghuni kos untuk mengetahui daya listrik yang digunakan dalam periode tertentu. Alat pengukur daya listrik ini menggunakan beberapa komponen meliputi sensor arus ACS712-05A, sensor tegangan ZMPT101B, catu daya, relai, dan mikrokontroler ATmega16.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan pembahasan dan juga pembatasan masalah yang telah dijelaskan di atas maka dirumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana rancangan alat Pengukur Daya Listrik Menggunakan Sensor Arus ACS712-05A dan Sensor Tegangan ZMPT101B?

2. Bagaimana unjuk kerja Pengukur Daya Listrik Menggunakan Sensor Arus ACS712-05A dan Sensor Tegangan ZMPT101B?

E. Tujuan

Proyek akhir ini dibuat dengan memiliki beberapa tujuan sebagai berikut:

1. Merancang bangun Pengukur Daya Listrik Menggunakan Sensor Arus ACS712-05A dan Sensor Tegangan ZMPT101B yang berfungsi untuk mengukur dan membatasi penggunaan daya listrik tempat kos.
2. Mengetahui unjuk kerja Pengukur Daya Listrik Menggunakan Sensor Arus ACS712-05A dan Sensor Tegangan ZMPT101B dengan menggunakan peralatan listrik sebagai beban.

F. Manfaat

Proyek akhir ini memiliki beberapa manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat dari proyek akhir bagi mahasiswa.
 - a. Mengetahui rancangan alat ukur arus dengan sensor ACS712-05A dan tegangan dengan sensor ZMPT101B untuk mengetahui penggunaan daya listrik.
 - b. Mengetahui implementasi perhitungan KWh meter dengan diketahui nilai tegangan, arus listrik, catatan waktu.
2. Manfaat dari proyek akhir bagi dosen.

Dapat digunakan sebagai alat peraga dalam proses perhitungan daya listrik pada mata kuliah Instalasi Listrik atau mata kuliah lain yang berhubungan dengan perhitungan daya listrik.

3. Manfaat dari proyek akhir bagi Jurusan Pendidikan Teknik Elektro.
 - a. Dapat dijadikan sebagai alat ukur saat praktik maupun ambil data.
 - b. Sebagai referensi proyek akhir yang masih perlu pengembangan untuk generasi setelah penulis.

G. Keaslian Karya

Pemikiran pembuatan proyek akhir ini didapat saat menjadi penghuni kos di daerah Yogyakarta. Pembayaran tagihan listrik yang kurang adil membuat penulis yang merupakan mahasiswa teknik elektro merasa perlu adanya perhitungan penggunaan daya listrik secara detail.

Alat ini mirip dengan KWh meter yang dibuat oleh PLN, perbedaan terdapat pada penyajian penampilan data yang diukur. Alat ini menggunakan sistem pascabayar tetapi dalam bentuk alat digital dengan sensor arus dan tegangan yang dilengkapi dengan relai serta menggunakan mikrokontroler Atmega16 yang mempermudah dalam pengerjaan maupun penggantian cara kerja. Dengan dukungan dosen pembimbing maka muncul ide pembuatan tugas akhir dengan judul “Pengukur Daya Listrik pada Kamar Kos Menggunakan Sensor Arus ACS712-05A dan Sensor Tegangan ZMPT101B”

BAB II

PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH

A. Daya Listrik

Tenaga listrik memiliki beberapa satuan yaitu tegangan listrik, arus listrik, hambatan listrik dan daya listrik. Satuan listrik tersebut yang biasa didengar oleh para pengguna tenaga listrik. Menurut Suprianto (2015) daya listrik (*electrical power*) adalah jumlah energi yang dihasilkan atau dikeluarkan dalam sebuah rangkaian tenaga listrik. Daya listrik juga dapat dikatakan sebagai tingkat konsumsi energi listrik dalam sebuah rangkaian tenaga listrik. Sebagai contoh yaitu pemanas (*heater*), pemanas menyerap daya listrik untuk menghasilkan panas. Setiap peralatan listrik memiliki spesifikasi kebutuhan daya listrik yang berbeda sehingga semakin banyak peralatan listrik yang digunakan berbanding lurus dengan besarnya daya listrik yang harus dihasilkan.

Daya listrik dalam konsep usaha berarti besarnya usaha dalam memindahkan muatan per satuan waktu atau energi listrik yang digunakan setiap detik. Energi listrik dan daya listrik merupakan dua istilah berbeda tetapi keduanya memiliki kaitan satu sama lain. Menurut Hery Agung (2015) energi listrik adalah energi yang berasal dari muatan listrik yang menimbulkan medan listrik statis atau Bergeraknya elektron pada konduktor (penghantar listrik) atau ion (positif atau negatif) pada zat cair atau gas. Daya listrik diukur

dengan menggunakan alat yang bernama Wattmeter. Menurut Puja Setiawan (2015:32-37) daya listrik arus bolak balik memiliki 3 jenis yaitu:

1. Daya Aktif (P)

Daya aktif adalah daya yang dikonsumsi oleh peralatan listrik. Setiap peralatan listrik memiliki spesifikasi daya aktif yang diserap atau dikonsumsi untuk dapat beroperasi. Satuan dari daya listrik aktif yaitu Watt diambil dari nama James Watt yang merupakan penemu mesin uap. Berikut merupakan rumus untuk mencari daya aktif:

$$P = V \times I \times \cos \phi$$

Keterangan:

P = Daya Aktif

V = Tegangan

I = Arus Listrik

$\cos \phi$ = Faktor Daya

Dari rumus diatas dapat diambil kesimpulan bahwa daya aktif didapat setelah mengetahui tegangan operasional dan arus listrik serta faktor daya yang dimiliki oleh beban listrik. Beban listrik yang bersifat resistif memiliki faktor daya 1 sehingga daya aktifnya dapat dicari dengan hanya mengetahui tegangan dan arus listrik.

2. Daya Reaktif (Q)

Daya reaktif adalah daya yang secara kelistrikan bisa diukur, secara vektor merupakan penjumlahan dari vektor perkalian tegangan dan arus listrik dimana arus mengalir pada komponen resistor sehingga arah

vektornya searah dengan tegangan, dan vektor yang arah 90° terhadap tegangan, tergantung pada beban seperti induktif atau kapasitif. Berikut merupakan persamaan daya reaktif:

$$Q = V \times I \times \sin \Phi$$

Keterangan:

Q = Daya Reaktif (VAR)

V = Tegangan (V)

I = Arus (A)

$\sin \Phi$ = Faktor Reaktif

3. Daya Semu (S)

Daya semu merupakan daya yang didapat pengguna listrik dari PLN dengan satuan VA (Volt Ampere). Berikut rumus untuk mencari daya semu:

$$S = V \times I$$

Keterangan:

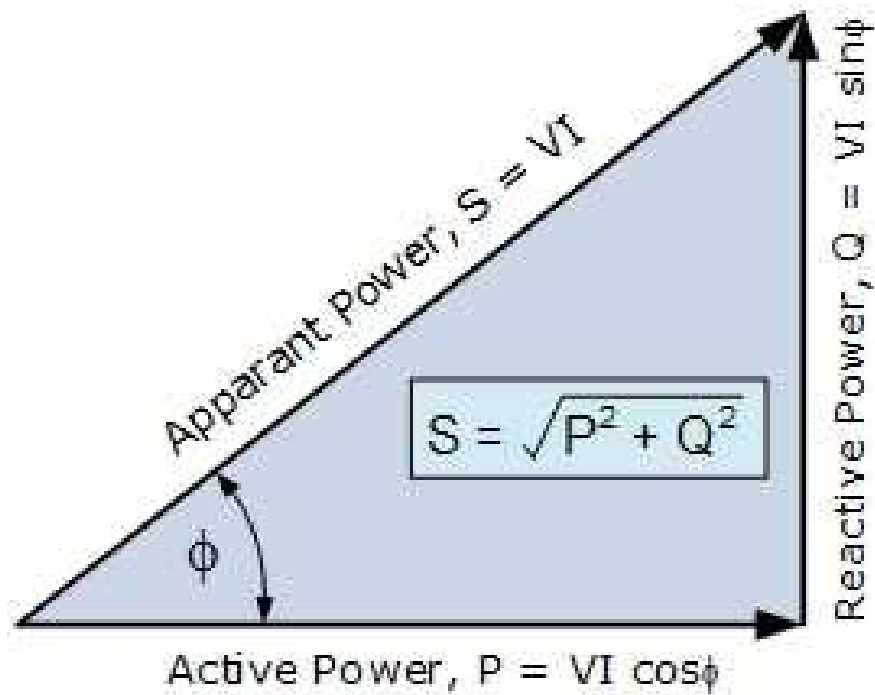
S = Daya Semu (VA)

V = Tegangan (V)

I = Arus (A)

Dari persamaan di atas dapat dilihat bahwa daya semu sama seperti daya aktif yang bersifat resistif. Peralatan listrik atau beban pada rangkaian listrik yang bersifat resistif tidak dapat dihemat karena memiliki faktor daya 1 atau perbedaan sudut fasa antara tegangan dan arus listrik adalah 0° .

Beberapa macam daya listrik dapat digambarkan dengan segitiga daya yang ditunjukkan pada Gambar 1 sebagai berikut:



Gambar 1. Segitiga Daya

(Sumber: <http://artikel-teknologi.com/pengertian-daya-semu-daya-nyata-dan-daya-reaktif/>)

Daya aktif (P) digambarkan dengan garis horizontal lurus. Daya reaktif (Q) memiliki perbedaan sudut dengan daya aktif sebesar 90° sedangkan daya semu (S) adalah hasil penjumlahan secara vektor antara daya aktif dengan daya reaktif. Untuk mengetahui salah satu daya dengan sudah diketahui 2 daya yang lain dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$P^2 = S^2 - Q^2$	$Q^2 = S^2 - P^2$	$S^2 = P^2 + Q^2$
$P = \sqrt{S^2 - Q^2}$	$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$	$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$
1. Daya Aktif	2. Daya Reaktif	3. Daya Semu

Keterangan:

P = Daya aktif

Q = Daya reaktif

S = Daya semu

B. Kilo Watthours Meter

1. KWh meter satu fasa

Menurut Lauw dan Henny (2002) pemakaian energi listrik di industri maupun rumah tangga menggunakan satuan *kilowatt-hour* (KWh). Karena itulah alat yang digunakan untuk mengukur energi pada industri dan rumah tangga dikenal dengan *watthourmeters*. Tagihan penggunaan daya listrik setiap bulannya dapat dilihat pada nilai yang ditunjukkan pada KWh meter. KWh meter 1 fasa memiliki 3 jenis, yaitu KWh meter dinamometer (elektrodinamis), KWh meter induksi dan kwh meter *thermocouple*. KWh meter yang paling banyak digunakan oleh pengguna atau konsumen daya listrik menengah yaitu KWh meter tipe induksi. KWh meter induksi bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik.

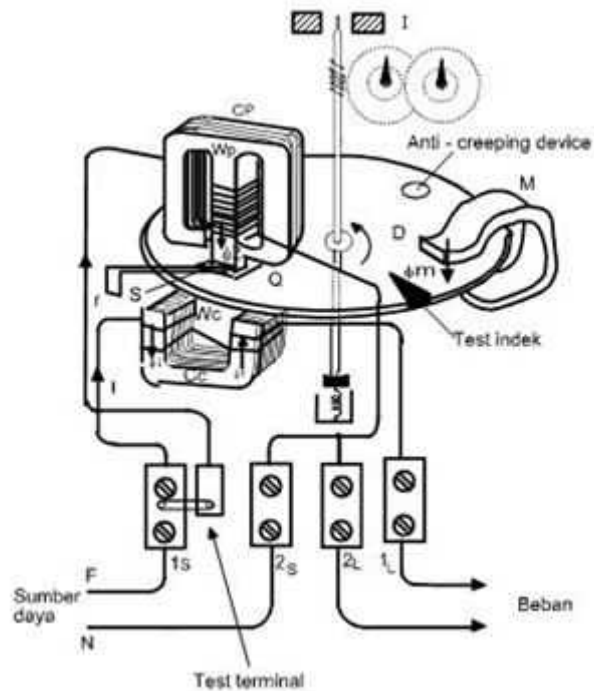
2. Prinsip Kerja KWh meter induksi

KWh meter induksi bekerja menggunakan metode induksi medan magnet yang digunakan untuk menggerakkan cakram yang terbuat dari aluminium. Cakram aluminium bergerak pada poros yang terhubung dengan *counter* digit sebagai tampilan jumlah penggunaan daya. KWh

meter induksi memiliki dua buah kumparan yaitu kumparan tegangan yang memiliki koil berdiameter tipis dengan kumparan lebih banyak dan kumparan arus yang memiliki koil berdiameter tebal dengan kumparan lebih sedikit.

KWh meter induksi memiliki magnet permanen yang berfungsi untuk menetralkan piringan aluminium dari induksi medan magnet. Kumparan arus yang dialiri arus listrik yang berubah setiap waktu menimbulkan adanya medan di permukaan kawat tembaga koil kumparan arus. Kumparan tegangan berfungsi untuk membantu mengarahkan medan magnet agar menerpa permukaan aluminium sehingga menimbulkan gesekan antara piringan aluminium dengan medan magnet disekelilingnya.

Kecepatan putaran piringan aluminium dipengaruhi oleh kuat arus yang mengalir pada kumparan arus. KWh meter induksi memiliki 2 terminal untuk masukan dari jaringan distribusi PLN dan 2 terminal untuk digunakan sebagai sumber suatu instalasi listrik rumah maupun industri. Berikut merupakan gambar skema KWh meter induksi yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Skema KWh meter induksi

(Sumber: <http://www.workshopipl.com>)

3. Perhitungan KWh meter induksi

KWh meter yang berarti *kilo-watthours* jika diterjemahkan menjadi seribu watt dalam satu jamnya. KWh meter memiliki spesifikasi jumlah putaran piringan untuk setiap 1 KWh, misalnya 1200 putaran per KWh maka piringan harus berputar sebanyak 1200 putaran dalam waktu satu jam untuk mencapai nilai 1 kwh. Jumlah penggunaan daya selama satu jam tersebut diakumulasi dalam jangka waktu 1 bulan sehingga mendapat jumlah penggunaan daya listrik selama satu bulan yang kemudian dikalikan dengan tarif listrik per kwh.

C. Komponen Utama dan Pendukung

1. Sensor Arus ACS712-05A

Sensor arus ACS712-05A merupakan komponen yang digunakan untuk mendeteksi arus pada suatu kawat/kabel dalam instalasi listrik. Sensor ini dapat digunakan untuk mengukur arus searah (DC) dan arus bolak-balik (AC) menggunakan prinsip *Hall Effect*. Sensor yang memiliki prinsip *Hall Effect* dirancang untuk mendeteksi objek magnetis dengan perubahan posisi. Adanya perubahan medan magnet secara terus menerus menimbulkan adanya pulsa yang kemudian dapat diambil frekuensinya. Sensor ACS712-05A mengeluarkan tegangan 2,5 volt jika tidak ada arus. Berikut merupakan bentuk fisik dari sensor ACS712-05A yang ditunjukkan pada Gambar 3.



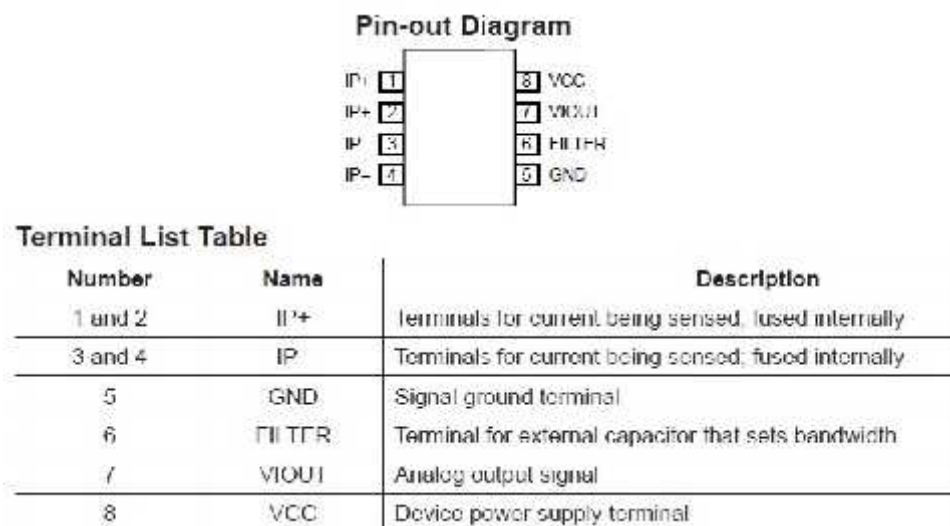
Gambar 3. Sensor Arus ACS712-05A

(Sumber: www.bukalapak.com)

Sensor arus ACS712-05A ini memiliki fungsi transfer berupa korelasi antara nilai besaran fisis yang terukur oleh sensor terhadap nilai ADC (*Analog to Digital Converter*) yang akan dibaca oleh mikrokontroler Atmega 16. Nilai ADC yang terukur dikonversikan menjadi nilai arus

dengan menggunakan rumus perbandingan antara nilai arus sebenarnya dengan ADC yang dikeluarkan oleh sensor.

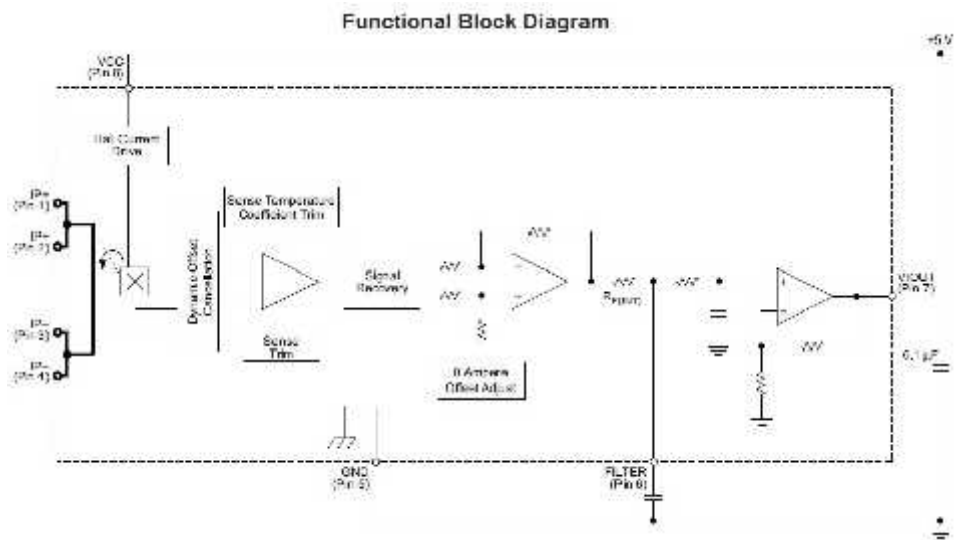
Pemasangan sensor arus ACS712-05A dilakukan secara seri melalui kabel/kawat yang digunakan untuk mengalirkan arus listrik dari sumber ke beban, masukan sensor ini menggunakan dua pasang terminal power dengan arus maksimal 5A arus bolak-balik (AC) maupun arus searah (DC). Tegangan operasional sensor arus ACS 712-05A sebesar 4,5 VDC – 5,5 VDC. Berikut merupakan deskripsi pin pada sensor arus ACS712-05A yang diperlihatkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Pin Sensor Arus ACS712-05A

(Sumber: <http://www.microcontroller-project.com/acs712-current-sensor-with-arduino.html>)

Sensor arus ACS712-05A dapat digunakan pada aplikasi dengan isolasi listrik tanpa menggunakan *opto-isolator* sehingga menghemat biaya. Berikut merupakan blog diagram sensor arus ACS712 yang ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Blok Diagram Sensor Arus ACS712

(Sumber:http://www.circuitdiagramworld.com/sensor_circuit_diagram/A_brief_overview_of_Allegro_ACS712_current_sensor_Part_1___5585.html)

2. Sensor Tegangan ZMPT101B

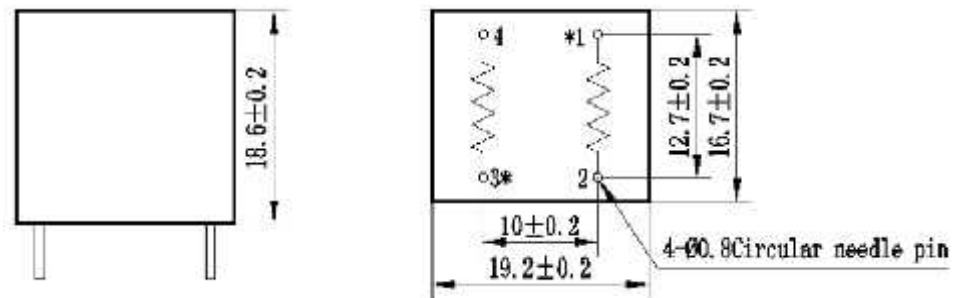
Pengukuran tegangan AC dapat dilakukan dengan cara dirubah menjadi DC agar lebih mudah dibaca oleh mikrokontroler. Mikrokontroler yang dilengkapi dengan ADC (*Analog to Digital Converter*) tidak dapat membaca sinyal negatif, maka dari itu tegangan negatif harus dinaikkan offsetnya menjadi 2,5 V sehingga terdapat perbedaan antara nilai negatif dan positif. Sensor tegangan ZMPT101B telah dilengkapi *summing-amplifier* sehingga dapat digunakan untuk menaikkan tegangan negatif sehingga baik untuk pengukuran tegangan dengan menggunakan mikrokontroler. Berikut merupakan gambar fisik dari sensor tegangan ZMPT101B yang ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Sensor Tegangan ZMPT101B

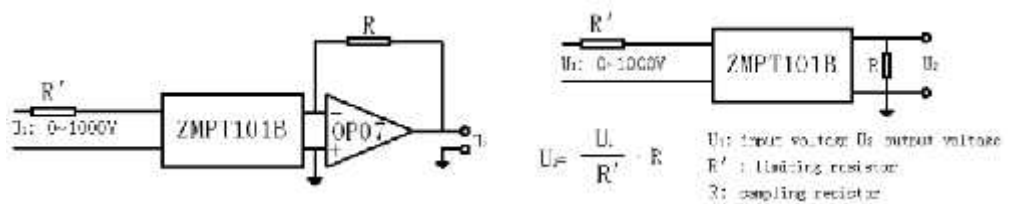
(Sumber: www.aliexpress.com)

Sensor tegangan ZMPT101B merupakan komponen yang sesuai jika dihubungkan dengan mikrokontroler karena fungsi sinyal yang akurat. Sensor ini dapat digunakan pada tegangan pengoperasian sebesar 250 VAC dan mengeluarkan sinyal analog yang sesuai untuk dikonversikan menjadi sinyal digital oleh mikrokontroler. Sensor ini memiliki 4 pin diantaranya pin 1 dan pin 2 untuk input utama dan pin 3 dan 4 untuk output. Sensor tegangan ZMPT101B memiliki isolasi tegangan sebesar 4000V dan bekerja optimal pada suhu 40C sampai 70C. Berikut merupakan rangkaian kelistrikan sensor tegangan ZMPT101B yang ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Ukuran dan Tata Letak Pin Sensor Tegangan ZMPT101B

(Sumber: <https://indo-ware.com/produk-4457-single-phase-ac-voltage-sensor-module-zmpt101b.html>)



Gambar 8. Rangkaian Sensor Tegangan ZMPT101B

(Sumber: <https://indo-ware.com/produk-4457-single-phase-ac-voltage-sensor-module-zmpt101b.html>)

3. Relai

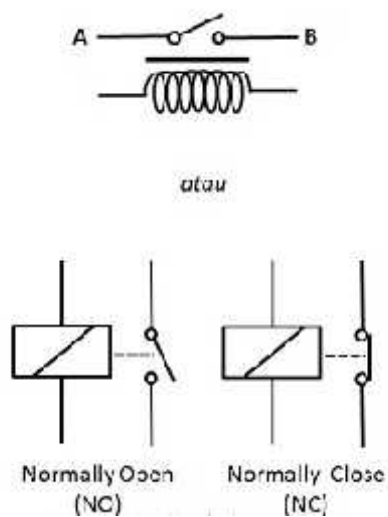
Relai adalah bagian dari sistem proteksi tenaga listrik yang berupa saklar yang dioperasikan semi otomatis. Relai merupakan komponen elektromekanik yang memiliki 2 bagian utama yaitu elektromagnet yang berupa koil dan mekanikal yang berupa seperangkat kontak saklar. Relai menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil dapat menghantarkan listrik yang memiliki tegangan lebih tinggi.

Berikut merupakan gambar bentuk relai dan simbol relai yang ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Bentuk Fisik Relai

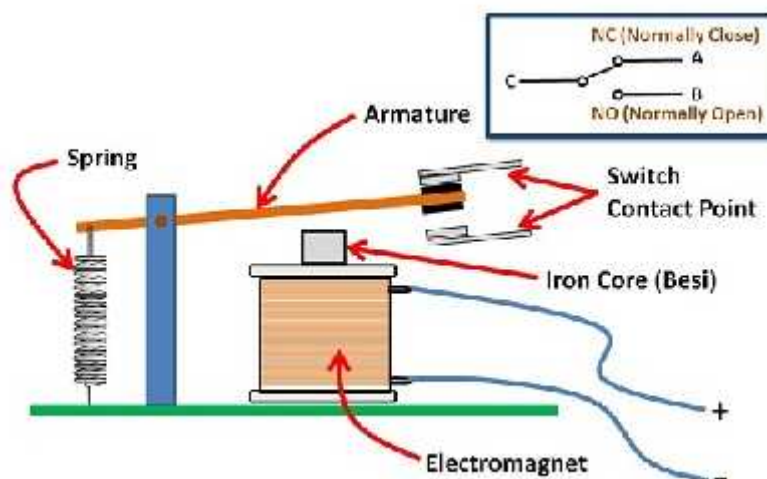
(Sumber: <http://teknikelektronika.com/pengertian-relay-fungsi-relay/>)



Gambar 10. Simbol Relai

(Sumber: <http://teknikelektronika.com/pengertian-relay-fungsi-relay/>)

Relai merupakan komponen dari sistem proteksi instalasi tenaga listrik, dengan adanya relai memudahkan pembuatan rangkaian otomatis penghubung/pemutus tegangan AC dan DC. Relai dapat digunakan pada saklar (*switch*) pada rangkaian listrik tegangan tinggi dan juga arus listrik besar yang sesuai dengan spesifikasi relai tersebut. Relai menggunakan logam ferromagnetis yaitu logam yang mudah terinduksi oleh medan elektromagnetis. Logam ferromagnetis menjadi magnet yang bersifat sementara ketika mendapat induksi magnet dari lilitan yang membelit magnet tersebut. Sifat kemagnetan pada logam ferromagnetis akan tetap ada selama kumparan yang melilit dialiri arus listrik, ketika kumparan tidak mendapat suplai arus listrik maka sifat kemagnetan logam menghilang. Berikut merupakan rangkaian dasar relai yang ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Rangkaian Dasar Relai

(Sumber: <http://teknikelektronika.com/pengertian-relay-fungsi-relay/>)

Dari gambar rangkaian dasar relai di atas dapat dilihat beberapa komponen dasar relai. Berikut merupakan penjelasan dari komponen dasar relai:

a. *Spring*

Pegas yang berfungsi untuk menarik tuas ke atas dan ke bawah sesuai dengan sifat kemagnetan ferromagnetik. Jika kemagnetan menghilang maka pegas akan menarik tuas keatas begitu juga sebaliknya.

b. *Armature*

Tuas logam yang naik turun untuk menutup dan membuka kontak saklar. Tuas akan turun jika tertarik oleh kemagnetan ferromagnetik dan akan naik jika kemagnetannya menghilang.

c. *Iron Core*

Besi yang dipasang untuk menghindari terjadinya hubungan antara arus listrik dari sumber dengan kontak.

d. *Electromagnet*

Kabel/kawat lilitan yang melilit logam ferromagnetik yang berfungsi magnet buatan yang sifatnya sementara.

e. *Switch Contact Poin*

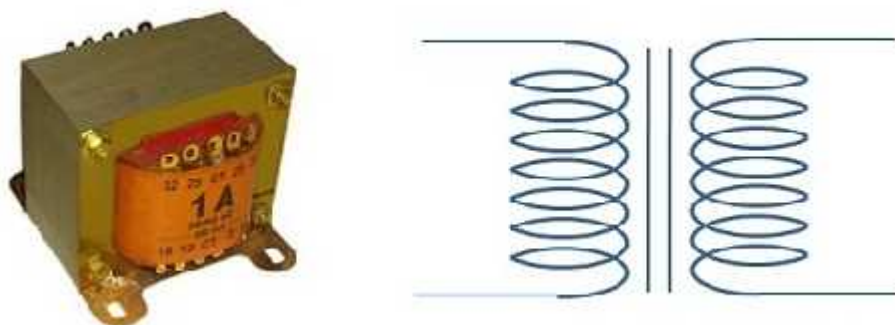
Tempat pergantian hubungan kontak dari NO (*Normally Open*) menjadi terhubung dan sebaliknya dari NC (*Normally Close*) menjadi terputus.

Relai yang digunakan untuk proyek akhir ini menggunakan tegangan operasional 12 V dan dapat memutuskan aliran listrik maksimal 10 A.

Relai yang digunakan merupakan relai biasa untuk rangkaian proteksi dengan mikrokontroler.

4. Transformator

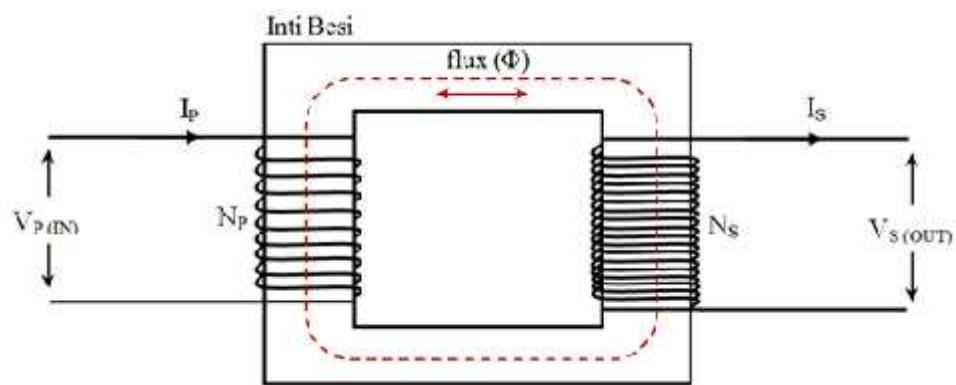
Transformator atau lebih dikenal dengan nama trafo adalah bagian dari mesin listrik statis yang dapat menurunkan dan meningkatkan nilai tegangan dan arus listrik pada sistem tenaga listrik dengan menggunakan tegangan AC. Trafo memiliki beberapa komponen penting yaitu lilitan primer, lilitan sekunder, inti besi dan komponen bantu. Inti besi yang dimiliki trafo berfungsi untuk mengalirkan fluks magnet yang dihasilkan tegangan primer sehingga menghasilkan tegangan keluaran sekunder. Komponen bantu pada trafo berfungsi untuk menunjang kinerja trafo diantaranya proteksi, pendingin, dan lainnya bergantung dari kapasitas trafo. Berikut merupakan bentuk fisik transformator yang ditunjukkan pada Gambar 12.



Gambar 12. Bentuk transformator dan simbol transformator

(Sumber: <http://teknikelektronika.com/pengertian-transformator-prinsip-kerja-trafo/>)

Prinsip kerja transformator berdasarkan pada induksi elektromagnetik yang dihasilkan ketika suatu penghantar dialiri arus bolak-balik. Penghantar yang dialiri arus bolak balik akan menghasilkan tegangan induksi (GGL). Transformator memiliki lilitan primer dan sekunder yang terpisah secara elektrik tetapi terhubung secara magnetis oleh inti besi. Berikut komponen trafo yang ditunjukkan pada Gambar 13.



Gambar 13. Komponen Transformator

(Sumber: <http://www.alfianelectro.com/prinsip-kerja-transformator-trafo/>)

Transformator beroperasi ketika lilitan primer mendapat sumber tegangan bolak-balik sehingga menghasilkan arus primer yang menimbulkan fluks magnetik. Fluks magnetik yang timbul menginduksi lilitan sekunder sehingga menghasilkan gaya gerak listrik (GGL). GGL yang disebabkan fluks magnet menghasilkan tegangan keluaran transformator dengan nilai berdasarkan trafo yang digunakan (*step up* atau *step down*).

Pada proyek akhir ini menggunakan transformator CT *step down*. Transformator pada proyek akhir ini berfungsi sebagai catu daya untuk

rangkaian mikrokontroler. Trafo ini beroperasi pada arus maksimal 1 A dan tegangan 12 V dikarenakan dengan nilai arus tersebut dirasa sudah dapat memenuhi kebutuhan sebagai catu daya.

5. LCD 16x4

LCD (*Liquid Crystal Display*) atau penampil kristal cair adalah suatu media yang dapat menampilkan suatu karakter huruf, angka, maupun simbol dengan menggunakan kristal cair sebagai komponen utama penampil. LCD dibuat dengan teknologi CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) logic yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekitarnya terhadap front-lit atau mentransmisikan cahaya dari back-lit. Material LCD meliputi lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan seven-segment dan lapisan elektroda pada kaca belakang. LCD digunakan pada perangkat elektronik yang menampilkan gambar atau karakter seperti televisi, komputer, kalkulaor, jam digital, dan alat ukur digital. Berikut merupakan gambar LCD 16x4 yang ditunjukkan pada Gambar 14.



Gambar 14. Bentuk Fisik LCD 16x4

(Sumber: www.aliexpress.com)

LCD 16x4 dapat menampilkan huruf, angka, dan simbol sebanyak 16 kolom dan 4 baris, LCD dapat beroperasi dengan tegangan sumber 5 VDC dan memiliki 16 pin interface dengan fungsi masing-masing. Berikut fungsi pin yang terdapat pada LCD 16x4:

INTERFACE PIN FUNCTION		
PIN NO.	SYMBOL	FUNCTION
1	V_{SS}	Ground
2	V_{DD}	+ 3 V or + 5 V
3	V_{γ}	Contrast adjustment
4	RS	H/L register select signal
5	R/W	H/L read/write signal
6	E	H/L enable signal
7	DB0	H/L data bus line
8	DB1	H/L data bus line
9	DB2	H/L data bus line
10	DB3	H/L data bus line
11	DB4	H/L data bus line
12	DB5	H/L data bus line
13	DB6	H/L data bus line
14	DB7	H/L data bus line
15	AV_{DD}	+ 4.2 V for LED ($R_{\gamma} = 0$) (negative voltage output)
16	K	Power supply for Bk. (0 V)

6. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umumnya dapat menyimpan program didalamnya. Mikrokontroler terdiri dari ROM (Read Only Memory), RAM (Read Write Memory), pencacah/pewaktu, I/O, Analog to Digital Converter (ADC) dan Digital to Analog Converter (DAC) yang sudah terintegrasi didalamnya. Mikrokontroler merupakan komponen pengendali rangkaian elektronika yang memiliki kelebihan yaitu ukuran board yang ringkas dan kecil. Mikrokontroler bekerja mengendalikan suatu sistem ketika telah diisi program didalamnya, program pada mikrokontroler dapat

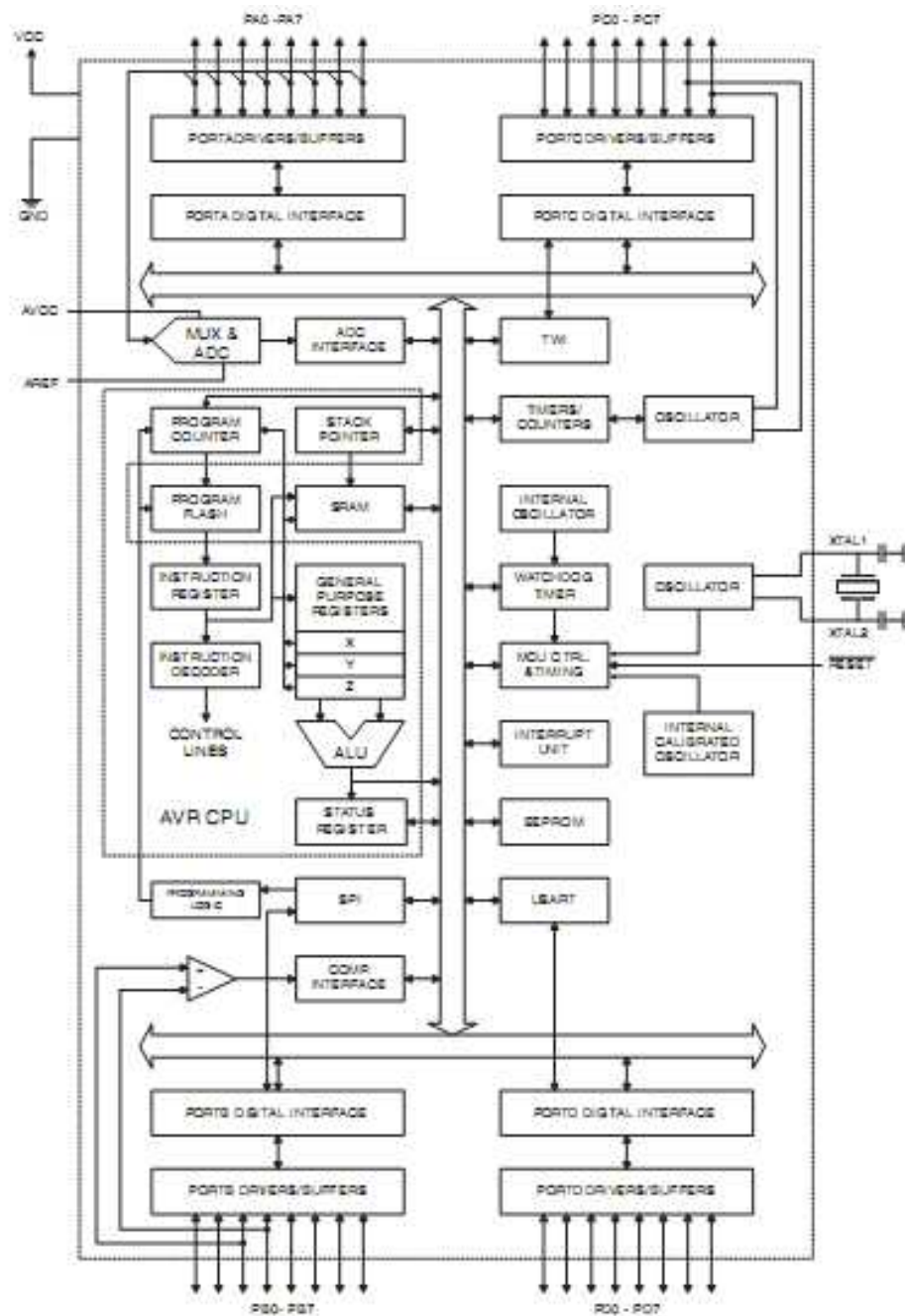
ditulis dan dihapus sesuai kebutuhan dengan ketentuan jumlah maksimal pemberian program pada mikrokontroler tersebut.

Mikrokontroler yang digunakan pada tugas akhir ini yaitu ATmega16. ATmega16 terdiri atas unit-unit fungsionalnya yaitu Arithmetic and Logical Unit (ALU), himpunan register kerja, register dan dekoder instruksi dan pewaktu. Mikrokontroler ATmega16 menggunakan arsitektur Harvard yang memisahkan memori program dari memori data yang merupakan bus alamat maupun bus data, sehingga pengaksesan program dan data dapat dilakukan secara bersamaan (concurrent). Mikrokontroler ATmega16 menggunakan arsitektur RISC (Reduced Instruction Set Computing) dengan throughput mencapai 16MIPS pada frekuensi 16Mhz dan juga memiliki kapasitas flash memori 16Kbyte, EEPROM 512 Byte, dan SRAM 1Kbyte. Mikrokontroler ATmega16 memiliki beberapa bagian yaitu:

1. Saluran I/O 32 buah yang terbagi menjadi 4 port yaitu port A, port B, port C dan port D.
2. CPU yang terdiri dari 32 register.
3. Port interface SPI dan port USART untuk komunikasi serial.
4. User interupsi internal dan eksternal.
5. Fitur peripheral yang meliputi:
 - a. 2 buah timer/counter 8-bit dengan prescaler terpisah dan mode compare.

- b. 1 buah timer/counter 16-bit dengan prescaler terpisah, mode compare, dan mode capture
- c. Real time counter
- d. 4 kanal PWM dan interface komparator analog
- e. 8 kanal ADC 10-bit
- f. Byte-oriented Two-wire Serial Interface
- g. Watchdog timer

Berikut merupakan gambar block diagram mikrokontroler ATmega16 yang ditunjukkan pada Gambar 15.

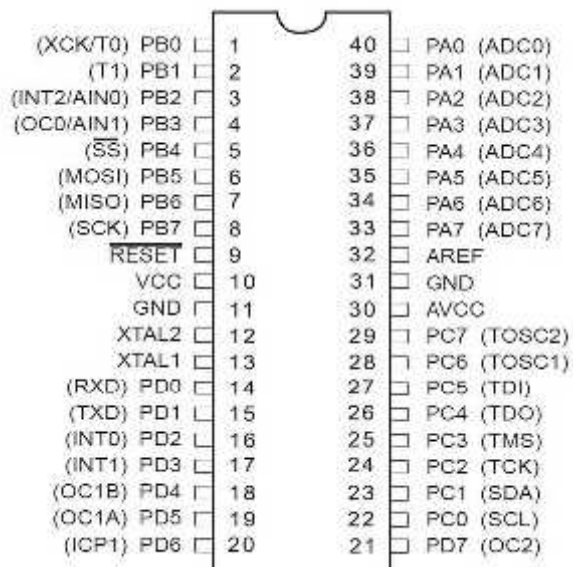


Gambar 15. Blok Diagram Mikrokontroler ATmega16

(Sumber: blog.unes.ac.id)

Mikrokontroler ATmega16 memiliki beberapa pin yang memiliki fungsi masing-masing untuk menunjang kinerja mikrokontroler sebagai

alat pengendali. Berikut gambar pin ATmega16 yang ditunjukkan pada Gambar 16.



Gambar 16. Pin ATmega16

(Sumber: <https://qph.ec.quoracdn.net/>)

Mikrokontroler ATmega16 memiliki port sebanyak 4 buah yaitu port A, port B, port C dan port D. Port ATmega16 tersebut menggunakan jalur bidirectional dengan pilihan internal pull-up. Setiap port memiliki 3 buah register bit yaitu DDxn, Portxn dan Pinxn. Huruf “x” mewakili port sedangkan huruf “n” mewakili bit. Mikrokontroler ATmega16 memiliki DIP 40 pin dan 32 kaki diantaranya adalah kaki untuk port paralel dengan satu port memiliki 8 kaki. Jalur port A pertama yaitu PA0 dan yang terakhir PA7 begitu juga dengan port yang lain.

BAB III

KONSEP PERANCANGAN ALAT

Proyek akhir ini menggunakan metode rancang bangun dalam pengerjaannya. Metode rancang bangun menggunakan metode yang didalamnya terdapat beberapa langkah diantaranya adalah analisis kebutuhan, perancangan, pembuatan, implementasi dan pengujian. Data hasil pengujian diperoleh dengan cara observasi yang berhubungan dengan rancang bangun dan unjuk kerja alat.

A. Identifikasi Kebutuhan

Proses pembuatan proyek akhir ini perlu adanya identifikasi kebutuhan untuk mengetahui lebih jelas perangkat umum dari alat yang dibuat. Kebutuhan perangkat umum untuk proyek akhir ini diantaranya adalah:

1. Perlunya rangkaian mikrokontroler sebagai komponen pengendali sistem yang berhubungan dengan pengolahan data yang dikeluarkan oleh sensor arus dan tegangan.
2. Perlunya sensor tegangan sebagai pengukur tegangan yang digunakan dan pendeteksi perubahan tegangan.
3. Perlunya sensor arus sebagai pengukur perubahan besaran arus listrik.
4. Perlunya komponen penampil karakter yaitu berupa LCD 16x4.

B. Analisis Kebutuhan

Proyek akhir pengukur dan pembatas daya listrik menggunakan sensor tegangan ZMPT101B dan sensor arus ACS712-05A ini merupakan alat yang

dirancang untuk mengukur penggunaan daya listrik pada suatu instalasi listrik terutama pemakaian listrik pada tempat kos. Penggunaan daya listrik yang tidak terkendali oleh para penghuni kos dikarenakan ketidak tahuan tentang jumlah daya listrik yang digunakan. Oleh karena itu tujuan pembuatan alat ini diharapkan dapat menjadi pengembangan teknologi untuk memahami jumlah penggunaan daya listrik yang telah digunakan.

Alat ini selain dapat digunakan untuk mengukur penggunaan daya juga dapat digunakan untuk membatasi penggunaan daya karena terdapat relay yang berfungsi untuk memutuskan aliran listrik sesuai perintah yang dimasukkan ke dalam program. Hasil pengukuran daya yang digunakan dapat dilihat pada komponen penampil yaitu sebuah LCD 16x4 yang disertai tombol pengatur.

Proses pembuatan alat pengukur dan pembatas daya listrik ini membutuhkan peralatan dan komponen untuk menunjang keberhasilan pembuatan alat. Berikut komponen yang dibutuhkan untuk proses pembuatan alat yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komponen Pembuatan Proyek Akhir

No	Komponen	Spesifikasi	Satuan/luas
1	Mikrokontroler	ATMega16	1 unit
2	Sensor arus	ACS712-05A	1 unit
3	Sensor tegangan	ZMPT101B	1 unit
4	LCD	Character 16x4 LCD	1 unit
5	Relay	12V 10A	1 unit
6	Voltage regulator	IC 7805	1 unit
7	Tombol	-	3 buah
8	Saklar	-	1 buah
9	Kabel	-	1 m
10	Akrilik	-	1 m ²

No	Komponen	Spesifikasi	Satuan/luas
11	Tenol	-	1 m
12	Resistor	-	3 buah
13	Kapasitor	-	8 buah
14	Transistor	-	1 buah
15	Dioda	-	9 buah

Tabel 2. Rincian Alat yang Digunakan

No	Alat	Jumlah
1	Tang potong	1
2	Tang kombinasi	1
3	Solder	1
4	Obeng +	1
5	Obeng -	1
6	Gergaji besi	1
7	Penggaris besi	1
8	Cutter	1
9	Bor	1

C. Perancangan Alat

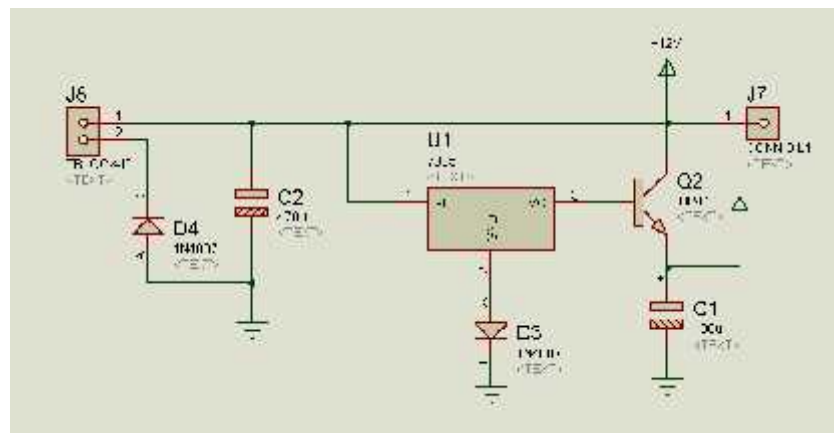
Perancangan serta pembuatan proyek akhir ini diusahakan menggunakan komponen yang mudah didapat di pasaran dengan harga terjangkau dan dengan piranti sekecil mungkin agar diperoleh bentuk fisik alat yang ringkas dan tidak memakan ruang terlalu besar sehingga memudahkan untuk perawatan dan pemeliharaan.

Proses pembuatan proyek akhir pengukur dan pembatas daya listrik pada kamar kos menggunakan sensor arus ACS712-05A dan sensor tegangan ZMPT101B melalui beberapa tahapan meliputi perancangan rangkaian catu daya, pemrograman dan konfigurasi mikrokontroler dan perancangan mekanik.

1. Perancangan rangkaian catu daya

Rangkaian catu daya digunakan untuk mensuplai sumber tegangan ke dalam sistem untuk dapat bekerja optimal. Sistem rangkaian menggunakan mikrokontroler membutuhkan sumber tegangan 5VDC sehingga catu daya berfungsi untuk mengkonversi tegangan AC 220V menjadi tegangan DC 5V.

Di dalam rangkaian catu daya terdapat trafo yang digunakan untuk merubah tegangan AC 220 V menjadi tegangan DC 12 V yang kemudian diturunkan kembali menjadi 5 VDC oleh rangkaian *rectifier*. Berikut merupakan gambar perancangan rangkaian catu daya yang ditunjukkan pada Gambar 17.

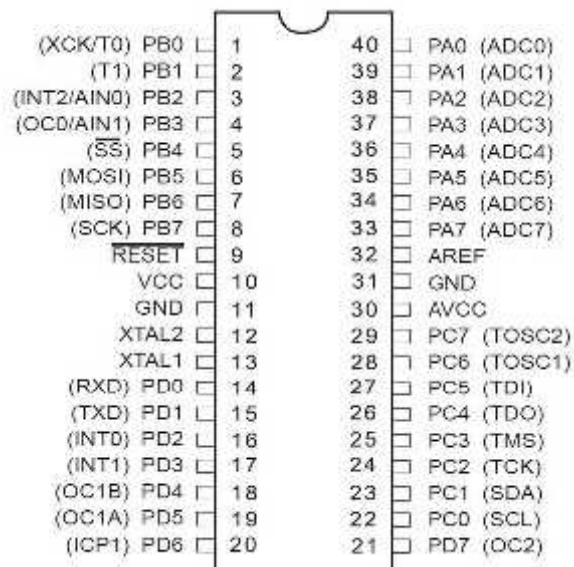


Gambar 17. Rangkaian catu daya

2. Perencanaan konfigurasi mikrokontroler

Menyesuaikan dengan mikrokontroler yang digunakan yaitu mikrokontroler ATmega16 maka perancangan pembuatan sistem minimum mikrokontroler cukup dengan menggunakan 4 port yang masing-masing terdiri dari 8 pin. Sistem minimum mikrokontroler

dilengkapi dengan *interface* untuk dapat dihubungkan ke komputer dalam proses transfer program. Berikut merupakan konfigurasi mikrokontroler ATmega16 yang akan digunakan yang ditunjukkan pada Gambar 18.



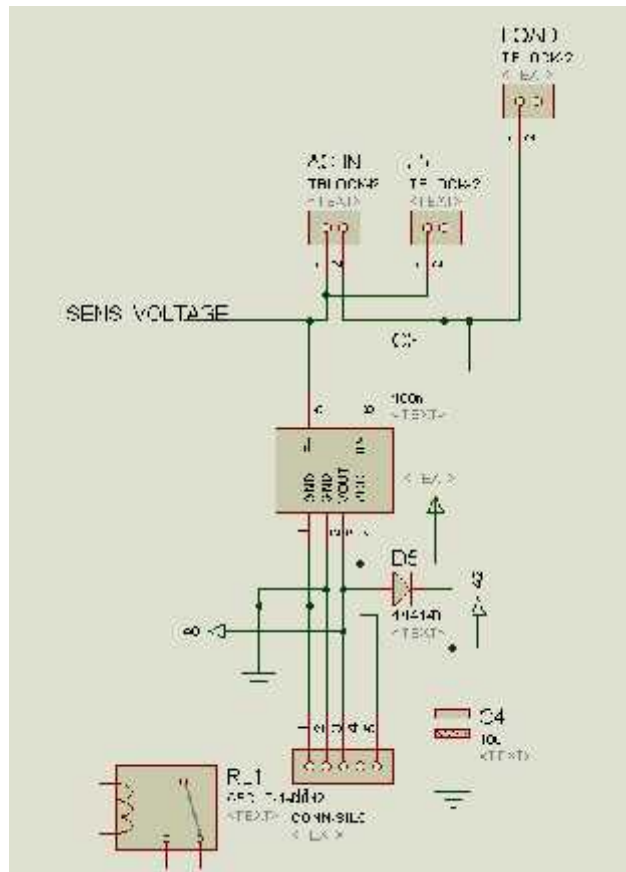
Gambar 18. Konfigurasi mikrokontroler ATmega16

Pada alat ini sensor tegangan dan sensor arus dihubungkan dengan PORTA, untuk LCD dihubungkan dengan PORTC sedangkan untuk relai dihubungkan dengan PORTB.

a. Perancangan sensor tegangan

Sensor tegangan yang digunakan adalah sensor ZMPT101B, sensor ini berfungsi untuk mendeteksi adanya tegangan AC dari 0V sampai 450V dengan output VDC yang dihubungkan dengan mikrokontroler untuk diolah kembali. Tegangan input (Vcc) dari sensor tegangan ZMPT101B memiliki range antara 3V sampai dengan 12V dan untuk tegangan output (ADC) sensor dipengaruhi oleh tegangan input. Sensor tegangan memiliki pin IP+ dan IP- yang dihubungkan secara

paralel dengan sumber tegangan AC untuk mengukur tegangan tersebut. Vout sensor tegangan dihubungkan dengan PORTA.0. dan PORTA.2. Berikut gambar rangkaian perencanaan sensor tegangan yang ditunjukkan pada Gambar 19.

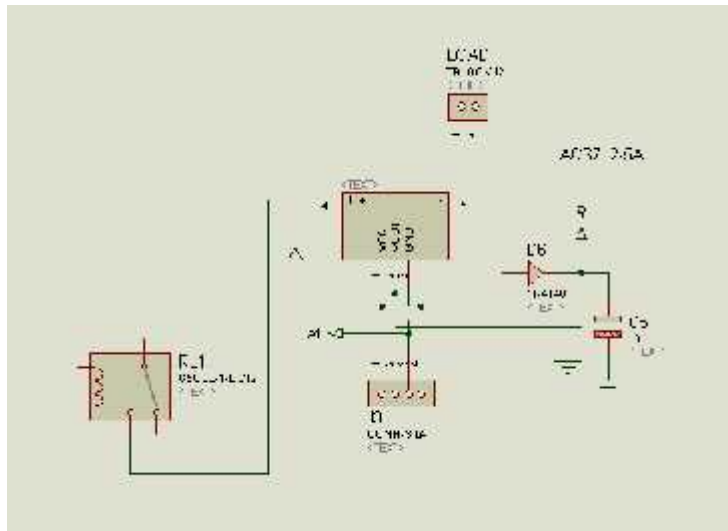


Gambar 19. Rangkaian perencanaan sensor tegangan

b. Perancangan sensor arus

Sensor arus yang digunakan pada proyek akhir ini adalah ACS712-05A yang berfungsi sebagai pengubah arus analog menjadi tegangan analog yang linier sesuai datasheet. Tegangan input (Vcc) sensor ACS712 memiliki range 3V sampai 12V, dan output yang berbanding lurus dengan tegangan sumber. Vout sensor arus dihubungkan dengan

PORTA.1. Berikut merupakan gambar rangkaian perencanaan sensor tegangan yang ditunjukkan pada Gambar 20.

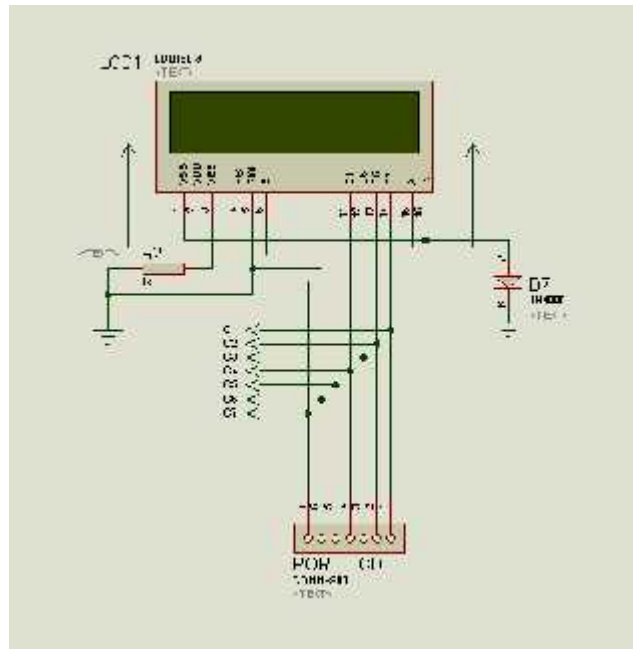


Gambar 20. Gambar rangkaian perencanaan sensor arus ACS 712

c. Perancangan LCD

Ukuran LCD yang digunakan yaitu 16x4 sehingga dapat menampilkan data yang berupa huruf dan angka sebanyak 16 kolom dan 4 baris. LCD merupakan media *display* dari hasil olahan data mikrokontroler. LCD menunjukkan karakter yang mempermudah dalam pembacaan hasil pengukuran data yang diperoleh dari sensor arus dan tegangan.

LCD memiliki 8 kaki untuk dihubungkan dengan mikrokontroler dan sumber tegangan, susunan penempatan pin sudah diatur sedemikian rupa sehingga tidak boleh salah dalam pemasangan pin satu dengan yang lain. LCD terhubung dengan PORTC. Berikut merupakan gambar rangkaian perencanaan LCD yang ditunjukkan pada Gambar 21.



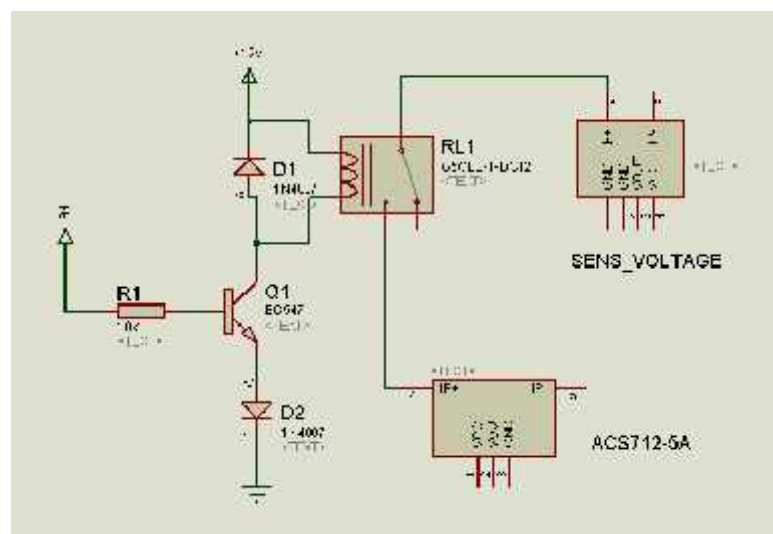
Gambar 21. Rangkaian perencanaan LCD 16x4

Tabel 3. Konfigurasi LCD 16x4

Pin	Function
Vss	Ground
Vdd	+3V or +5V
Vo	Contrast adjustment
RS	H/L register select signal
R/W	H/L read/write signal
E	H L enable signal
DB0	H/L data bus line
DB1	H/L data bus line
DB2	H/L data bus line
DB3	H/L data bus line
DB4	H/L data bus line
DB5	H/L data bus line
DB6	H/L data bus line
DB7	H/L data bus line
A/V _{EE}	+4.2V for LED ($R_A = 0$)/negative voltage output
K	Power supply for B/L (0V)

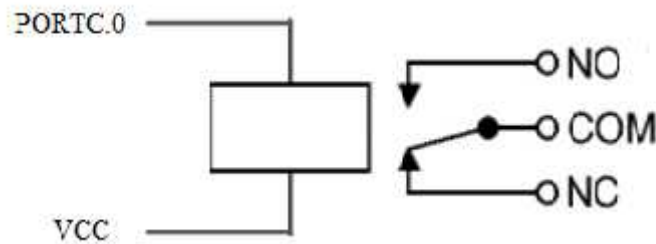
d. Perancangan relai

Relai digunakan sebagai pemutus aliran listrik dari sumber tegangan yang menuju ke beban yang berupa peralatan listrik, relay akan trip ketika arus listrik yang melewati sensor arus melebihi nilai arus yang ditentukan dan juga ketika terjadi korsleting. Relai yang digunakan yaitu relay 10A sehingga dapat bekerja antara tegangan 0A-10A. Tegangan sumber relay yaitu 5V karena output dari mikrokontroler berupa tegangan *logic* 5V. Dalam perancangan alat, relay dihubungkan dengan PORTB.4. Berikut merupakan gambar rangkaian perencanaan relai yang ditunjukkan pada Gambar 22.



Gambar 22. Rangkaian perencanaan relai

Berikut merupakan gambar simbol relay yang ditunjukkan yang ditunjukkan pada gambar 23.



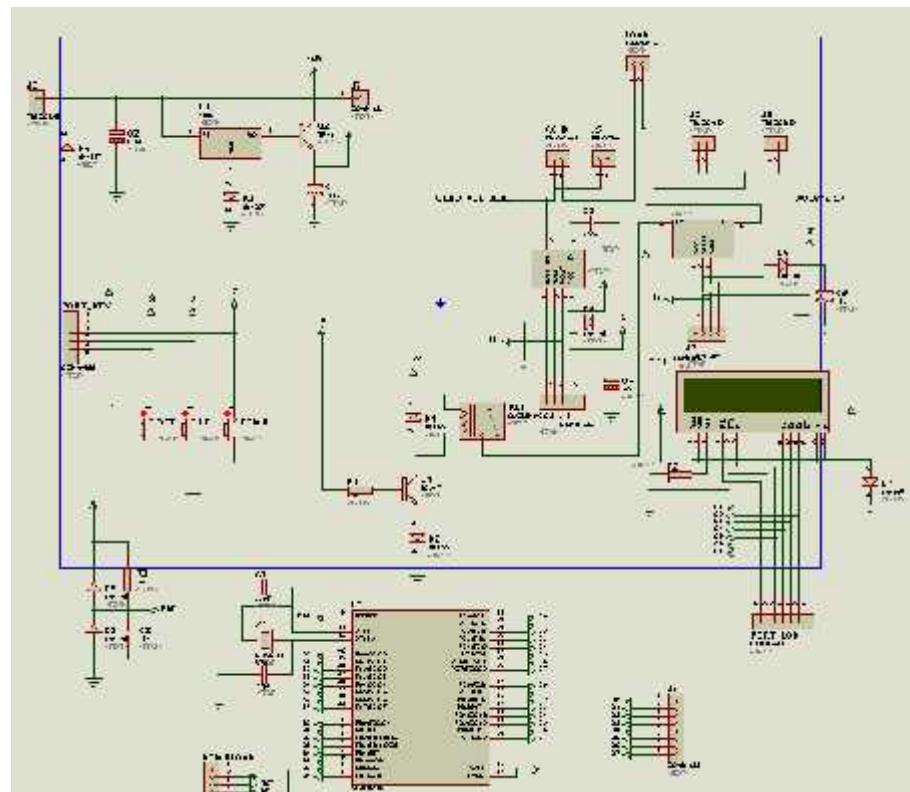
Gambar 23. Simbol Relay

e. Perancangan indikator

Indikator yang digunakan pada proyek akhir ini hanya berupa lampu indikator sebagai penanda bahwa relai dalam kondisi terhubung atau terputus. Ketika lampu indikator mati maka relay dalam kondisi terputus begitu juga saat kondisi lampu indikator menyala yang berarti relay dalam kondisi terhubung. Dengan cara kerja yang telah ditunjukkan diatas maka lampu indikator akan mati saat terjadi *overload* dan hubung singkat.

f. Perancangan keseluruhan

Berikut merupakan gambar perancangan keseluruhan yang ditunjukkan pada Gambar 24.



Gambar 24. Rangkaian perencanaan keseluruhan

Gambar 24 menunjukkan rangkaian mikrokontroler Atmega16. PORTA.0 dan PORTA.2 dihubungkan dengan sensor ZMPT101B, PORTA.1 dihubungkan dengan sensor ACS712, PORTC.1-PORTC.7 dihubungkan dengan LCD 16x4, PORTB.4 dihubungkan dengan relai dan PORTB.0, PORTB.1, PORTB.3 masing-masing dihubungkan dengan tombol *set*, *up*, *down*. Gambar yang lebih jelas dapat dilihat pada lampiran halaman 73.

3. Perancangan Mekanik

a. Perancangan box

Semua komponen penunjang alat diletakkan pada suatu wadah yang terbuat dari akriliki putih. Alasan pembuatan box menggunakan

bahan akrilik adalah daya tahan akrilik yang kuat dan tidak membuat rangkaian yang didalamnya menjadi lembab dimana kelembapan udara dapat mengganggu rangkaian kelistrikan proyek akhir ini.

b. Perancangan tampilan pada box

Rangkaian box yang berupa akrilik memiliki lubang untuk diisi dengan LCD, tombol, *power supply*, output, indikator dan saklar.

c. Perancangan desain box secara keseluruhan

Keseluruhan desain box dibuat sedemikian rupa untuk mempermudah dalam pembacaan yang ditampilkan LCD, untuk mengatur nilai arus maksimal menggunakan tombol dan juga mempermudah dalam perbaikan rangkaian kelistrikan jika terjadi kerusakan.

D. Tahap Pembuatan

Tujuan tahap pembuatan digunakan untuk merealisasikan proyek akhir pengukur dan pembatas daya listrik setelah dilakukan perencanaan yang telah dijelaskan di atas. Tahap pembuatan proyek akhir ini meliputi:

1. Pembuatan Rangkaian Komponen pada PCB.

a. Pemotongan PCB sesuai kebutuhan.

Berikut merupakan gambar potongan PCB polos yang ditunjukkan oleh Gambar 25.



Gambar 25. PCB polos

b. Penyetakkan gambar rangkaian PCB.

Penyetakkan gambar rangkaian bertujuan untuk membuat jalur di atas PCB yang telah dipotong sesuai ukuran. Gambar rangkaian PCB dicetak pada kertas *glossy*.

Agar PCB mendapatkan jalur sesuai gambar maka antara kertas glossy dengan PCB harus direkatkan dengan menggunakan setrika dengan cara dipanasi sampai menempel antara keduanya. Berikut merupakan proses penyetrikaan antara kertas *glossy* dengan PCB yang ditunjukkan pada Gambar 26.



Gambar 26. Proses penyetrikaan PCB

Setelah kertas glossy menempel erat dengan PCB maka langkah selanjutnya yaitu merendam PCB tadi kedalam air agar bagian kertas

glossy yang polos dapat lepas dan hanya menyisakan kertas *glossy* yang berupa rangkaian yang telah dibuat.

c. Proses Pelarutan PCB

Setelah gambar rangkaian menempel pada PCB maka selanjutnya PCB perlu dilarutkan agar tembaga pada PCB hanya tersisa sesuai gambar rangkaian. Proses pelarutan PCB menggunakan cairan asam klorida (*ferric chloride*). Asam klorida yang dijual di pasaran berbentuk serbuk yang harus dicampur dengan air terlebih dahulu agar dapat digunakan untuk melarutkan PCB. Cairan asam klorida dimasukkan pada sebuah wadah bersamaan dengan PCB yang akan dilarutkan dan digoyang-goyang beberapa saat sampai tembaga PCB yang tidak dibutuhkan terlarut. Berikut merupakan gambar pelarutan PCB menggunakan cairan asam klorida yang ditunjukkan pada Gambar 27.



Gambar 27. Proses pelarutan PCB

d. Proses Pengeboran

Proses pengeboran pada PCB bertujuan untuk memberi tempat kepada komponen-komponen yang jalurnya telah ditentukan oleh gambar rangkaian yang telah tercetak di PCB. Proses pelubangan pada PCB menggunakan mata bor berukuran 1 mm. Proses pengeboran dapat dilihat pada Gambar 28.



Gambar 28. Proses pengeboran PCB

e. Proses Pemasangan dan Penyolderan Komponen

Proses pemasangan komponen sesuai dengan gambar rangkaian yang telah dibuat dengan cara memasukkan kaki-kaki komponen ke lubang-lubang pada PCB yang sudah disediakan. Setelah terpasang sesuai perencanaan, dilakukan proses penyolderan dengan menggunakan solder dan tenol. Berikut merupakan proses pemasangan dan penyolderan yang ditunjukkan pada Gambar 29.



Gambar 29. Proses penyolderan PCB

2. Proses Pemasangan Komponen pada Akrilik

Rangkaian komponen yang telah terpasang pada PCB selanjutnya dimasukkan pada sebuah wadah yang terbuat dari akrilik dengan ukuran dan tampilan sesuai dengan perencanaan yang telah dibuat. Komponen yang dipasang di bagian luar *box* dihubungkan dengan kabel dengan panjang yang sesuai agar mempermudah dalam membuka dan menutup *box*. Berikut merupakan gambar tampilan akrilik yang ditunjukkan pada Gambar 30.



Gambar 30. Tampilan akrilik

3. Proses Pemrograman

Proses pemrograman bertujuan untuk memberi perintah kepada mikrokontroler untuk melaksanakan tugas sesuai kinerja yang diinginkan. Berikut merupakan langkah proses pemrograman dalam pembuatan proyek akhir ini:

- a. Membuat program pada software CodeVisionAVR.
- b. Sesuaikan alamat pin-pin komponen yang terhubung dengan ATMega16 dengan program.
- c. Pastikan program yang dibuat bisa dijalankan dan tidak error.
- d. Hubungkan rangkaian dengan perangkat pemrograman yang berupa laptop dengan menggunakan *downloader*.
- e. Buka aplikasi pengirim program yaitu Extreme Burner AVR.
- f. Samakan mikrokontroler yang digunakan dengan yang dipilih pada *software* Extreme Burner AVR kemudian *Read All*.

- g. Buka program yang akan ditransfer ke mikrokontroler yang telah dibuat dan *Write All*.
- h. Mikrokontroler telah terisi program dan sudah dapat digunakan.

E. Implementasi

Dengan terpenuhinya kebutuhan dan perancangan yang telah dijelaskan di atas maka proyek akhir pengukur dan pembatas penggunaan daya listrik menggunakan sensor arus ACS712-05A dan sensor tegangan ZMPT101B ini diharapkan menjadi alat yang efektif untuk mengetahui penggunaan daya listrik setiap harinya terutama untuk ruang lingkup tempat kos.

Pengoperasian alat yang mudah sehingga dapat digunakan oleh semua kalangan yang tau tentang listrik maupun yang tidak. Di dalam wadah alat sudah didesain sedemikian rupa agar memudahkan dalam proses penataan ulang maupun perbaikan jika terjadi kerusakan pada komponen. Karakter yang ditampilkan pada LCD sudah dirancang sederhana agar dapat dengan mudah dipahami oleh pembaca, tombol yang digunakan berjumlah sedikit dengan fungsi masing-masing yang mudah diingat.

Bentuk fisik alat dirancang menjadi lebih kecil dan ringkas sehingga memudahkan dalam pemasangan dan perawatan serta mempermudah pendistribusian alat ini ke tempat lain.

F. Perencanaan Pengujian

1. Uji Teknis

Proses pengujian proyek akhir Pengukur dan Pembatas Penggunaan Daya Listrik Pada Kamar Kos Menggunakan Sensor Arus ACS 712-05A

dan Sensor Tegangan ZMPT101B yaitu dengan cara mengamati, memeriksa dan menguji unjuk kerja komponen yang digunakan pada proyek akhir ini. Data hasil pengamatan ditunjukkan dalam bentuk tabel sebagai berikut.

Tabel 4. Data Pengamatan Uji Teknis Komponen

No	Nama Komponen	Data Pengujian
1	LCD 16x4	
2	Sensor Arus ACS 712	
3	Sensor Tegangan ZMPT101B	
4	Relay	
5	Tombol	
6	Saklar	

Tabel 5. Kesimpulan Data Pengamatan

No	Nama Komponen	Kriteria Kondisi dan Kinerja Komponen	
		Baik	Rusak
1	LCD 16x4		
2	Sensor Arus ACS 712		
3	Sensor Tegangan ZMPT101B		
4	Relay		
5	Tombol		
6	Saklar		

2. Uji fungsi dan unjuk kerja

Tujuan pengujian alat yaitu menyamakan antara fungsi yang dirancang di awal dengan fungsi yang sesungguhnya yang ditunjukkan oleh alat. Tujuan lain dari pengujian yaitu mengetahui unjuk kerja dari alat tersebut untuk mendapatkan data penelitian dari keseluruhan unjuk kerja alat. Proses pengambilan data alat dengan cara menentukan nilai maksimal arus yang dapat melewati arus dengan menggunakan tombol yang ada pada alat

yang akan ditampilkan oleh LCD, alat akan bekerja di bawah nilai arus maksimal yang telah ditentukan. Pengujian dilakukan untuk mengetahui penunjukan yang ditampilkan pada LCD dapat menyerupai alat ukur sebenarnya atau tidak.

Alat yang digunakan untuk proses pengujian proyek akhir pengukur penggunaan daya listrik ini antara lain:

Tabel 6. Alat Pengukur Pembanding

No	Nama Alat	Spesifikasi	Jumlah
1	Tang Ampere	400ACA 450VAC/800VDC 200K	1
2	Multimeter	WINNER YX-360TR _N 500VAC 1000DCV 2,5DCA x10K	1

Tabel 7. Beban

No	Beban	Jumlah
1	Lampu pijar 100 W	2
2	Kompas listrik	1
3	Mixer	1
4	Bor listrik	1
5	Setrika	1
6	Rice cooker	1
7	Dispenser	1
8	Pompa air	1

Langkah –langkah persiapan proses pengujian adalah sebagai berikut:

- a. Menyiapkan alat dan beban yang akan digunakan.
- b. Menyiapkan kabel penghubung.

- c. Merangkai alat ukur berupa voltmeter dan amperemeter pada alat proyek akhir.
- d. Menghubungkan beban dengan alat yang telah dibuat.
- e. Melaksanakan pengecekan kembali setelah rangkaian selesai.
- f. Menghubungkan rangkaian dengan sumber tegangan.
- g. Setelah alat beroperasi dengan ditandai LCD menunjukkan pengukuran, maka langkah selanjutnya mengacu pada tabel pengujian berikut:

- 1) Uji kesesuaian alat dengan membandingkan data arus pada LCD dengan amperemeter analog

Tabel 8. Uji Kesesuaian Pengukuran Arus

No	Beban	Pengukuran Arus dengan Alat (A)	Pengukuran Arus Amperemeter (A)	Persentase Kesalahan (%)

- 2) Uji kesesuaian alat dengan membandingkan data tegangan pada LCD dengan multimeter analog

Tabel 9. Uji Kesesuaian Pengukuran Tegangan

No	Beban	Pengukuran Tegangan dengan Alat (V)	Pengukuran Tegangan Voltmeter (V)	Persentase Kesalahan (%)

- 3) Uji kesesuaian alat dengan membandingkan data daya pada LCD dengan perhitungan daya hasil pengukuran amperemeter dan multimeter

Tabel 10. Uji Kesesuaian Pengukuran Daya

No	Beban	Pengukuran Daya dengan Alat	Pengukuran Daya Wattmeter	Persentase Kesalahan (%)

BAB IV

HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Pengujian dan pengambilan data pada alat pengukur daya listrik menggunakan sensor ACS 712 dan sensor tegangan ZMPT101B ini meliputi pengujian teknis, fungsi dan unjuk kerja alat.

A. Pengujian Alat

Tujuan pengujian alat adalah untuk mengetahui kondisi alat sebagai pengukur dan pembatas daya listrik dari segi teknis, fungsi dan unjuk kerja. Dari hasil pengamatan dan pengambilan data diharapkan dapat mengetahui kondisi dari alat tersebut, sehingga dengan pengujian yang dilakukan diperoleh data yang dapat digunakan sebagai acuan dalam mengambil kesimpulan terhadap alat tersebut.

1. Uji Teknis

a. Tempat pengambilan data

Pengambilan data dilakukan di Bengkel Pemeliharaan dan Pemakaian Alat Listrik Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri.

b. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam uji teknis unit pengukur daya listrik menggunakan sensor arus ACS712 dan sensor tegangan ZMPT101B ini adalah dengan menggunakan multimeter.

c. Proses dan Hasil Pengujian

Proses pengujian alat pengukur dan pembatas daya yaitu dengan cara mengamati dan menguji kinerja komponen yang digunakan pada alat. Proses dan data hasil pengamatan yang dilakukan pada komponen alat adalah sebagai berikut:

Tabel 11. Data Pengamatan Uji Teknis

No	Komponen	Data Pengujian
1	LCD 16x4	Masing-masing pin LCD terhubung yang satu dengan yang lain
2	Sensor Tegangan ZMPT101B	Pin + - dan pin keluaran sensor tegangan tidak terhubung
3	Sensor Arus ACS712	Pin input dan pin output sensor arus tidak terhubung
4	Relay	Saat aktif pin relay saling terhubung Saat trip pin relay tidak terhubung
5	Tombol	Saat ditekan pin tombol terhubung
6	Saklar	Saat posisi on terminal saklar saling berhubungan Saat posisi off antar terminal saklar terputus

Berdasarkan data hasil pengujian komponen di atas menunjukkan bahwa kondisi dan kinerja dari masing-masing komponen pada alat pengukur daya listrik ini sebagai berikut:

Tabel 12. Hasil Pengujian Komponen

No	Nama Model	Kondisi dan Kinerja Komponen	
		Baik	Rusak
1	LCD 16x4		
2	Sensor Arus ACS 712		
3	Sensor Tegangan ZMPT101B		
4	Relay		
5	Tombol		
6	Saklar		

2. Pengujian Fungsi dan Unjuk Kerja

Pengambilan data dilakukan di Kamar Kos dan Bengkel Pemeliharaan Peralatan Listrik Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta. Adapun langkah-langkah sebelum proses pengujian adalah sebagai berikut:

- a. Menyiapkan alat dan beban yang akan digunakan.
- b. Menyiapkan kabel penghubung.
- c. Merangkai alat ukur berupa voltmeter dan amperemeter pada alat proyek akhir.
- d. Melaksanakan pengecekan kembali setelah rangkaian selesai.
- e. Menghubungkan rangkaian dengan sumber tegangan.
- f. Menentukan nilai arus maksimal yang dapat dilewati alat.
- g. Menghubungkan beban dengan alat yang telah dibuat.

Hasil pengujian alat pengukur daya listrik yang dilakukan adalah sebagai berikut:

Tabel 13. Uji Kesesuaian Pengukuran Arus

No	Beban	Pengukuran Arus dengan Alat (A)	Pengukuran Arus Amperemeter (A)	Persentase Kesalahan (%)
1	Lampu pijar	0,88	0,91	3,29
2	Kompor listrik	0,68	0,72	5,55
3	Mixer	0,78	0,84	7,14
4	Bor listrik	0,77	0,72	6,94
5	Setrika	2,05	1,94	5,67
6	Rice cooker	1,81	1,87	3,20
7	Dispenser	1,98	1,97	0,50
8	Pompa air	2,32	2,4	3,34
Rata-rata persentase kesalahan				4,45

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 13, selisih antara pengukuran arus dengan alat tugas akhir dengan amperemeter tidak konstan, nilai arus yang ditunjukkan LCD alat tidak selalu lebih besar atau lebih kecil dibanding penunjukkan amperemeter. Penunjukkan nilai arus pada LCD alat belum stabil karena masih terjadi perubahan nilai.

Tabel 14. Uji Kesesuaian Pengukuran Tegangan

No	Beban	Pengukuran Tegangan dengan Alat (V)	Pengukuran Tegangan Voltmeter (V)	Persentase Kesalahan (%)
1	Lampu pijar	197,4	197	0,20
2	Kompore listrik	219,1	219	0,04
3	Mixer	220	220	0
4	Bor listrik	219,1	220	0,40
5	Setrika	215,5	215	0,23
6	Rice cooker	195,5	197	0,76
7	Dispenser	197,4	197	0,20
8	Pompa air	197,4	197	0,20
Rata-rata persentase kesalahan				0,25

Berdasarkan data pengujian pada tabel 14, perbedaan nilai tegangan antara alat tugas akhir dengan multimeter tidak terpaut jauh, penunjukkan pada LCD alat sudah baik walaupun masih terjadi perubahan nilai sesaat.

Tabel 15. Uji Kesesuaian Pengukuran Daya

No	Beban	Pengukuran Daya dengan Alat (W)	Pengukuran Daya Perhitungan (W)	Persentase Kesalahan (%)
1	Lampu pijar	175,68	179,27	2,01
2	Kompore listrik	148,98	157,68	5,51
3	Mixer	171,60	184,80	7,14
4	Bor listrik	168,70	158,40	6,50
5	Setrika	441,77	417,10	5,91
6	Rice cooker	353,85	368,39	3,94

No	Beban	Pengukuran Daya dengan Alat (W)	Pengukuran Daya Perhitungan (W)	Persentase Kesalahan (%)
7	Dispenser	390,85	388,09	0,71
8	Pompa air	457,96	472,80	3,13
Rata-rata persentase kesalahan				4,35

Tabel 15 kolom 4 merupakan nilai perhitungan daya yang didapatkan dari hasil perkalian nilai arus pada amperemeter dengan nilai tegangan pada multimeter. Tabel 15 menunjukkan bahwa semakin besar selisih nilai tegangan dan nilai arus antar alat ukur maka selisih nilai daya juga semakin besar begitu pula sebaliknya. Penunjukkan nilai daya listrik pada LCD alat tidak mempertimbangkan nilai Cos phi sehingga yang ditunjukkan yaitu perkalian antara nilai arus dan tegangan.

BAB V

KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan uraian pada bab sebelumnya, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengukur daya listrik menggunakan sensor arus ACS712-05A dan sensor tegangan ZMPT101B terdiri atas beberapa sensor yaitu sensor arus ACS712-05 dan sensor tegangan ZMPT101B yang ditambah dengan komponen bantu seperti mikrokontroler ATmega16, LCD 16x4, transformator, relay, IC 7805, lampu indikator dan saklar.
2. Pengujian unjuk kerja alat mendapatkan rata-rata persentase kesalahan alat saat mengukur arus listrik sebesar 4,45%, rata-rata persentase kesalahan saat mengukur tegangan listrik sebesar 0,25%, dan rata-rata persentase kesalahan saat mengukur daya listrik sebesar 4,35%. Hasil pengujian unjuk kerja proyek akhir ini menunjukkan bahwa alat sudah dapat mengukur penggunaan daya listrik.

B. Keterbatasan Alat

1. Pengukuran arus masih berubah-ubah pada kisaran tertentu.
2. Tidak dapat mengukur arus listrik yang lebih kecil dari 0,5 A.
3. Tidak dilengkapi dengan cos phi meter sehingga perhitungan daya alat masih kurang tepat untuk beban yang bersifat induktif dan kapasitif.

C. Saran

Saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan proyek ahir ini adalah :

1. Tambahkan cos phi meter untuk mendapatkan perhitungan daya yang akurat.
2. Tambahkan rangkaian atau program yang sekiranya mampu untuk menyetabilkan penunjukkan nilai arus listrik dan nilai tegangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung, H. (2015). *Pengertian Energi Listrik*. Diakses pada tanggal 29 September 2017 dari <http://www.ilmusahid.com/2015/09/pengertian-energi-listrik-fungsi-energi.html>
- Bahri, S. (2002). *Sistem Informasi Pemakaian Energi Listrik pada Kamar Kos Berbasis Mikrokontroler M68HC11*
- Depok Instrumental. (2012). *Belajar Sensor Arus Listrik*. Diakses pada tanggal 23 November 2016 dari <https://depokinstruments.com/tag/belajar-sensor-arus-listrik/>
- Iftadi, I., & Herdiman, L. *Tenaga Listrik*. Solo: Lembaga Pengembangan Pendidikan (LPP) UNS dan UPT Penerbitan dan Pencetakan UNS (UNS Press)
- Jajali. (2014). *Pengertian KWh Meter Jenis-jenis dan Prinsip Kerjanya*. Diakses pada tanggal 3 November 2016 dari <http://www.distrodoc.com/306-pengertian-kwh-meter-jenis-jenis-dan-prinsip-kerjanya>
- Kho, D. (2016). *Pengertian Relay dan Fungsinya*. Diakses pada tanggal 25 November 2016 dari <http://teknikelektronika.com/pengertian-relay-fungsi-relay/>
- Lim, L., & Octavia, H. (2002). *KWH Meter Dengan Sistem Prabayar*. Surabaya: Electrical Engineering Dept., PETRA Christian University
- Marsudi, D. (2005). *Pembangkitan Energi Listrik*. Jakarta: Erlangga.
- Putri, E.N., dan Arkhan Subari. (2015). *Optimasi Pelaksanaan Penerbitan Pemakaian Tenaga Listrik (P2TL) Sebagai Upaya Peningkatan Saving KWh dan Penekanan Susut Non Teknis di PT. PLN (Persero) Rayon Semarang Selatan*.
- Setiawan, P. (2015). *Teori Dasar Listrik*. PT. PLN (Persero) UBS P3B.
- Suprianto. (2015) *Pengertian Daya Listrik Dan Rumus Untuk Menghitungnya*. Diakses pada tanggal 29 September 2017 dari <http://blog.unnes.ac.id/antosupri/pengertian-daya-listrik-dan-rumus-untuk-menghitungnya/>
- Winoto, A. (2008). *Mikrokontroler AVR ATmega8/16/32/8535 dan Pemrogramannya dengan Bahasa C pada WinAVR*. Bandung: Informatika

LAMPIRAN

1. Lampiran Program Menggunakan CVAVR

This program was produced by the
CodeWizardAVR V2.05.3 Standard
Automatic Program Generator
© Copyright 1998-2011 Pavel Haiduc, HP InfoTech s.r.l.
<http://www.hpinfotech.com>

Project :
Version :
Date : 10/9/2016
Author : PerTic@n
Company : If You Like This Software,Buy It
Comments:

Chip type : ATmega16A
Program type : Application
AVR Core Clock frequency: 12.000000 MHz
Memory model : Small
External RAM size : 0
Data Stack size : 256

*****/

```
#include <mega16a.h>
#include <stdio.h>
#include <delay.h>
```

```
// Alphanumeric LCD functions
#include <alcd.h>
```

```
#define FIRST_ADC_INPUT 0
#define LAST_ADC_INPUT 3
unsigned int adc_data[LAST_ADC_INPUT-FIRST_ADC_INPUT+1];
#define ADC_VREF_TYPE 0x00
#define input_arus adc_data[3]
#define input_tegv adc_data[2]
#define relay PORTB.4
#define SET ~PINB.0
#define UP ~PINB.1
#define DOWN ~PINB.3
```

```
// ADC interrupt service routine
// with auto input scanning
interrupt [ADC_INT] void adc_isr(void)
{
static unsigned char input_index=0;
```



```

// Read the AD conversion result
adc_data[input_index]=ADCW;
// Select next ADC input
if (++input_index > (LAST_ADC_INPUT-FIRST_ADC_INPUT))

    input_index=0;
    ADMUX=(FIRST_ADC_INPUT | (ADC_VREF_TYPE &
    0xff))+input_index;
    // Delay needed for the stabilization of the ADC input voltage
    delay_us(10);
    // Start the AD conversion
    ADCSRA|=0x40;
}

// Declare your global variables here
char atas[33];
unsigned int
us_V,ms_V,sc_V,us_A,ms_A,sc_A,mdetik=0,us_neg=0,sc_neg=0;
int
Arus_indeks=0,Volt_indeks=0,pulsa,indeks_pulsa=2,indeks_set=0,indeks
_relay=0,harga=1460,indeks_harga=0,Neg_indeks=0;
unsigned int
msec_capV=0,sec_capV=0,msec_capA=0,sec_capA=0,msec_capneg=0,s
ec_capneg=0;
float tegangan=0,arus=0,daya=0;
int arus_first=0,arus_last=0,teg_first=0,teg_last=0;

eeprom float data_kwh,data_temp,data_1k,data_36k,data_temp1;
eeprom int set_arus,detik,menit,jam;

// Timer 0 overflow interrupt service routine
interrupt [TIM0_OVF] void timer0_ovf_isr(void)
{
    // Reinitialize Timer 0 value
    TCNT0=0x6A;
    // Place your code here
    if(++msec_capV>=5000)
    {if(++sec_capV>=60){sec_capV=0;lcd_clear();}
    msec_capV=0;
    }

    if(++msec_capA>=5000)
    {
    if(++sec_capA>=60){sec_capA=0;lcd_clear();}
    msec_capA=0;
    }

```

```

if(++msec_capneg>=5000)
{
if(++sec_capneg>=60){sec_capneg=0;lcd_clear();}
msec_capneg=0;
}
}

// Timer1 overflow interrupt service routine
interrupt [TIM1_OVF] void timer1_ovf_isr(void)
{
// Reinitialize Timer1 value
TCNT1H=0xFB50 >> 8;
TCNT1L=0xFB50 & 0xff;
// Place your code here
if(++us_V>=10000)
{if(Volt_indeks==0){if(++sc_V>=15){sc_V=0;Volt_indeks=1;}}
if(Volt_indeks==1){if(++sc_V>=15){sc_V=0;}}
us_V=0;
}
if(++us_A>=10000)
{if(Arus_indeks==0){if(++sc_A>=15){sc_A=0;Arus_indeks=1;}}
if(Arus_indeks==1){if(++sc_A>=15){sc_A=0;}}
us_A=0;
}

if(++us_neg>=10000)
{if(Neg_indeks==0){if(++sc_neg>=15){sc_neg=0;Neg_indeks=1;}}
if(Neg_indeks==1){if(++sc_neg>=15){sc_neg=0;}}
us_neg=0;
}

if(indeks_relay==1 && relay==1)
{if((unsigned int)arus*100>1)
{
if(++mdetik>=10000)
{
if(++detik>=60)
{if(++menit>=60)
{if(++jam>=1)
{indeks_harga=1;
jam=0;
}
}
menit=0;
}
}
}
}

```

```

        detik=0;
    }
    mdetik=0;
}
}
}

}

int
Arus_Shiwu=0,Arus_NegShi=0,Volt_Shiwu=0,Arus_Maopi=0,Volt_Mao
pi=0,Arus_NegMao=0;

signed int Get_arus(int arus_A)
{ Arus_Shiwu=arus_A - Arus_Maopi;
  if(Arus_Shiwu<0){ Arus_Shiwu=0;}
  if(Arus_Shiwu!=0 &&
  Arus_indeks==0){ Arus_Maopi=arus_A;Arus_NegShi=Arus_Maopi;sc_A
  =0;sc_neg=0;}
  Arus_Shiwu = (unsigned int)Arus_Shiwu;
  return Arus_Shiwu;
}

signed int Get_NegArus(int negv)
{if(Neg_indeks==1)
{ Arus_NegShi=Arus_NegMao - negv;
  if(Arus_NegShi<0){ Arus_NegShi=0;}
}

if(Arus_Shiwu!=0 &&
Arus_indeks==0){ Arus_NegMao=Arus_Maopi;sc_A=0;sc_neg=0;}
if(Arus_NegMao>negv &&
Neg_indeks==0){ Arus_NegMao=negv;sc_A=0;sc_neg=0;}
  Arus_NegShi = (unsigned int)Arus_NegShi;
  return Arus_NegShi;
}

signed int Get_volt(int volt_A)
{ Volt_Shiwu=volt_A - Volt_Maopi;
  if(Volt_Shiwu<0){ Volt_Shiwu=0;}
  if(Volt_Shiwu!=0 && Volt_indeks==0){ Volt_Maopi=volt_A;sc_V=0;}
  Volt_Shiwu = (unsigned int)Volt_Shiwu;
  return Volt_Shiwu;
}

int temp=0,temp1=0,temp2=0,temp3=0;

```

```

void baca_data()
{
    if(Get_arus(input_arus)>0)
    {if(temp2<=Arus_Shiwu){temp2=Arus_Shiwu;sec_capA=0;}
    if(sec_capA>=10 &&
    temp2>Arus_Shiwu){temp2=Arus_Shiwu;sec_capA=0;}
    sc_A=0;
    }

    if(Get_arus(input_arus)==0)
    {if(Arus_Shiwu==0 && sc_A>2){temp2=0;sc_A=0;}
    }

    if(Get_NegArus(input_arus)>0)
    {if(temp3<=Arus_NegShi){temp3=Arus_NegShi;sec_capneg=0;}
    if(sec_capneg>=10 &&
    temp3>Arus_NegShi){temp3=Arus_NegShi;sec_capneg=0;}
    sc_neg=0;
    }

    if(Get_NegArus(input_arus)==0)
    {if(Arus_NegShi==0 && sc_neg>2){temp3=0;sc_neg=0;}
    }

    //int arus_first=0,arus_last=0,teg_first=0,teg_last=0;//

    temp = ((float)(temp2+temp3)/2);

    if(Get_volt(input_tegv)>0)
    {if(temp1<=Volt_Shiwu){temp1=Volt_Shiwu;sec_capV=0;}
    if(sec_capV>=15 &&
    temp1>Volt_Shiwu){temp1=Volt_Shiwu;sec_capV=0;}
    sc_V=0;
    }

    if(Get_volt(input_tegv)==0)
    {if(Volt_Shiwu==0 && sc_V>2){temp1=0;sc_V=0;}
    }
    }

    void display()
    {
        //if(temp1>0){tegangan = ((1.4286*temp1) + 58.571);}//
        if(temp1>0){tegangan = ((1.811*temp1) + 14.449);}
        if(temp1==0){tegangan = 0.7692*temp1;}
        //if(temp>0){arus = ((0.0177*temp) - 0.0331);}//
    }

```

```

//if(temp<9){ arus = temp*0; } //0.0371x + 0.3004//
//if(temp>=9){ arus = ((0.0177*temp) - 0.0331); } //
if(temp>=9){ arus = ((0.0338*temp) + 0.2251); }
if(temp<9){ arus = temp*0; arus_first=0; }
daya = ((tegangan * arus)*1);

if(indeks_set==0)
{
if(Arus_indeks==0 || Volt_indeks==0)
{
lcd_gotoxy(0,0);
sprintf(atas,"%d %d %d %d",input_arus,input_tegv,Arus_Maopi,Volt_Maopi);
lcd_puts(atas);
lcd_gotoxy(0,1);
sprintf(atas,"%d %d %d %d",sc_V,sc_A,temp,temp1);
lcd_puts(atas);
lcd_gotoxy(0,2);
sprintf(atas,"%d",Arus_NegMao);
lcd_puts(atas);
}

if(Arus_indeks==1 && Volt_indeks==1)
{
lcd_gotoxy(0,0);
sprintf(atas,"V:%.1f I:%.2fA",tegangan,arus);
lcd_puts(atas);
lcd_gotoxy(0,1);
sprintf(atas,"P:%.2fW %d",daya,menit);
//sprintf(atas,"P:%.2fW %d",daya,temp);//
lcd_puts(atas);
lcd_gotoxy(0,2);
sprintf(atas,"kWh:%.4f",data_1k);
lcd_puts(atas);
lcd_gotoxy(0,3);
sprintf(atas,"Rp%.2f",data_kwh);

lcd_puts(atas);
}
}

if(indeks_set==1)
{
lcd_gotoxy(3,0);
lcd_puts("Set Arus");
lcd_gotoxy(1,1);

```

```

lcd_puts("Ampere");
lcd_gotoxy(0,2);
sprintf(atas,"%1f %d ",((float)set_arus*0.1),indeks_set);
lcd_puts(atas);
lcd_gotoxy(0,3);
sprintf(atas,"%d ",set_arus);
lcd_puts(atas);
}

if(indeks_set==2)
{
lcd_gotoxy(3,0);
lcd_puts("Reset KWh");
lcd_gotoxy(0,1);
sprintf(atas,"%2f %2f ",data_temp,data_36k);
lcd_puts(atas);
lcd_gotoxy(0,2);
sprintf(atas,"%2f %2f ",data_temp1,data_1k);
lcd_puts(atas);
lcd_gotoxy(0,3);
sprintf(atas,"%2f ",data_kwh);
lcd_puts(atas);
}
}

void tombol()
{
if(SET)
{delay_us(100);
if(SET)
{if(++indeks_set>2){indeks_set=0;}
lcd_clear();
while(SET){display();}
lcd_clear();
}
}
}

if(UP)
{delay_us(100);
if(UP)
{if(indeks_set==0)
{relay=~relay;}
if(indeks_set==1)
{if(++set_arus>100){set_arus=0;}
}
if(indeks_set==2)

```

```

    {data_kwh=0;data_temp=0;data_temp1=0;detik=0;
      menit=0;jam=0;data_1k=0;data_36k=0;
    }
    lcd_clear();
    while(UP){display();}
    lcd_clear();
  }
}

if(DOWN)
{delay_us(100);
  if(DOWN)
  {if(indeks_set==1)
    {if(--set_arus<0){set_arus=99;}
    }
    if(indeks_set==2)
    {data_kwh=0;data_temp=0;data_temp1=0;detik=0;
      menit=0;jam=0;data_1k=0;data_36k=0;
    }
    lcd_clear();
    while(DOWN){display();}
    lcd_clear();
  }
}

}

void main(void)
{
  // Declare your local variables here

  // Input/Output Ports initialization
  // Port A initialization
  // Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In
  Func0=In
  // State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T
  State0=T
  PORTA=0x00;
  DDRA=0x00;

  // Port B initialization
  // Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In
  Func0=In
  // State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T
  State0=T
  PORTB=0x0F;

```

```
DDRB=0x10;
```

```
// Port C initialization
```

```
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In  
Func0=In
```

```
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T  
State0=T
```

```
PORTC=0x00;
```

```
DDRC=0x00;
```

```
// Port D initialization
```

```
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In  
Func0=In
```

```
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T  
State0=T
```

```
PORTD=0x00;
```

```
DDRD=0x00;
```

```
// Timer/Counter 0 initialization
```

```
// Clock source: System Clock
```

```
// Clock value: Timer 0 Stopped
```

```
// Mode: Normal top=0xFF
```

```
// OC0 output: Disconnected
```

```
TCCR0=0x02;
```

```
TCNT0=0x6A;
```

```
OCR0=0x00;
```

```
// Timer/Counter 1 initialization
```

```
// Clock source: System Clock
```

```
// Clock value: Timer1 Stopped
```

```
// Mode: Normal top=0xFFFF
```

```
// OC1A output: Discon.
```

```
// OC1B output: Discon.
```

```
// Noise Canceler: Off
```

```
// Input Capture on Falling Edge
```

```
// Timer1 Overflow Interrupt: Off
```

```
// Input Capture Interrupt: Off
```

```
// Compare A Match Interrupt: Off
```

```
// Compare B Match Interrupt: Off
```

```
TCCR1A=0x00;
```

```
TCCR1B=0x01;
```

```
TCNT1H=0xFB;
```

```
TCNT1L=0x50;
```

```
ICR1H=0x00;
```

```
ICR1L=0x00;
```

```
OCR1AH=0x00;
```



```

OCR1AL=0x00;
OCR1BH=0x00;
OCR1BL=0x00;

// Timer/Counter 2 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer2 Stopped
// Mode: Normal top=0xFF
// OC2 output: Disconnected
ASSR=0x00;
TCCR2=0x00;
TCNT2=0x00;
OCR2=0x00;

// External Interrupt(s) initialization
// INT0: Off
// INT1: Off
// INT2: Off
MCUCR=0x00;
MCUCSR=0x00;

// Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization
TIMSK=(0<<OCIE2) | (0<<TOIE2) | (0<<TICIE1) | (0<<OCIE1A) |
(0<<OCIE1B) | (1<<TOIE1) | (0<<OCIE0) | (1<<TOIE0);

// USART initialization
// USART disabled
UCSRB=0x00;

// Analog Comparator initialization
// Analog Comparator: Off
// Analog Comparator Input Capture by Timer/Counter 1: Off
ACSR=0x80;
SFIOR=0x00;

// ADC initialization
// ADC Clock frequency: 750.000 kHz
// ADC Voltage Reference: AREF pin
// ADC Auto Trigger Source: ADC Stopped
ADMUX=FIRST_ADC_INPUT | (ADC_VREF_TYPE & 0xff);
ADCSRA=0xCC;

// SPI initialization
// SPI disabled
SPCR=0x00;

```

```

// TWI initialization
// TWI disabled
TWCR=0x00;

// Alphanumeric LCD initialization
// Connections are specified in the
// Project|Configure|C Compiler|Libraries|Alphanumeric LCD menu:
// RS - PORTC Bit 2
// RD - PORTC Bit 1
// EN - PORTC Bit 3
// D4 - PORTC Bit 4
// D5 - PORTC Bit 5
// D6 - PORTC Bit 6
// D7 - PORTC Bit 7
// Characters/line: 16
lcd_init(16);
delay_ms(1000);
lcd_clear();
lcd_gotoxy(3,0);
lcd_puts("KwH meter");
lcd_gotoxy(1,1);
lcd_puts("Ampere");
delay_ms(1000);
lcd_clear();
relay=0;
#asm("sei")

while(Volt_indeks==0 || Arus_indeks==0)
{
    Get_arus(input_arus);
    Get_NegArus(input_arus);
    Get_volt(input_tegv);
    display();
}
if(data_temp<=0){data_temp=0;}
if(data_1k<=0){data_1k=0;}
if(data_36k<=0){data_36k=0;}
if(data_temp1<=0){data_temp1=0;}
if(data_kwh<=0){data_kwh=0;}
if(set_arus<=0){set_arus=0;}
if(detik<=0){detik=0;}
if(menit<=0){menit=0;}
if(jam<=0){jam=0;}
lcd_clear();
Volt_Maopi=455;

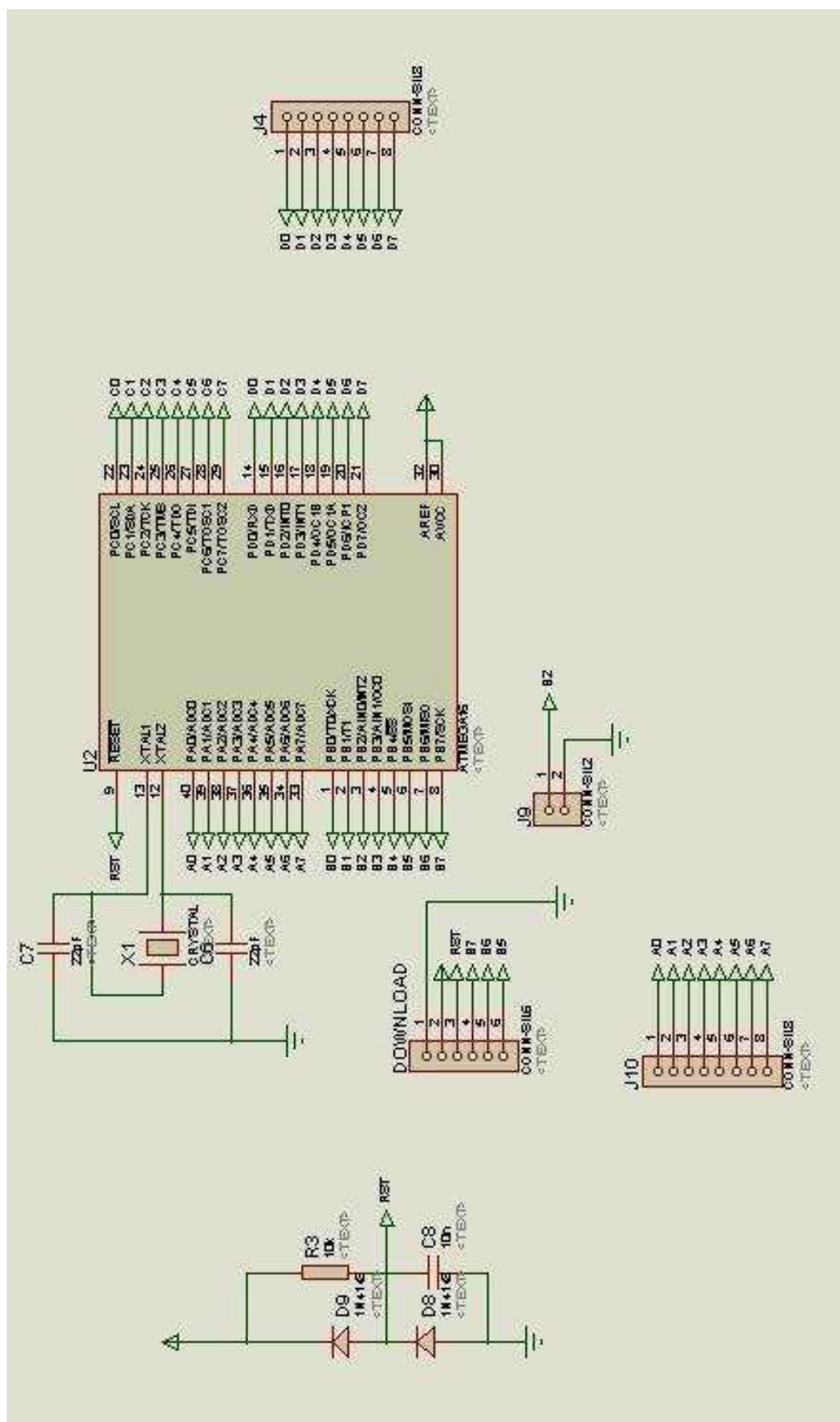
```

```

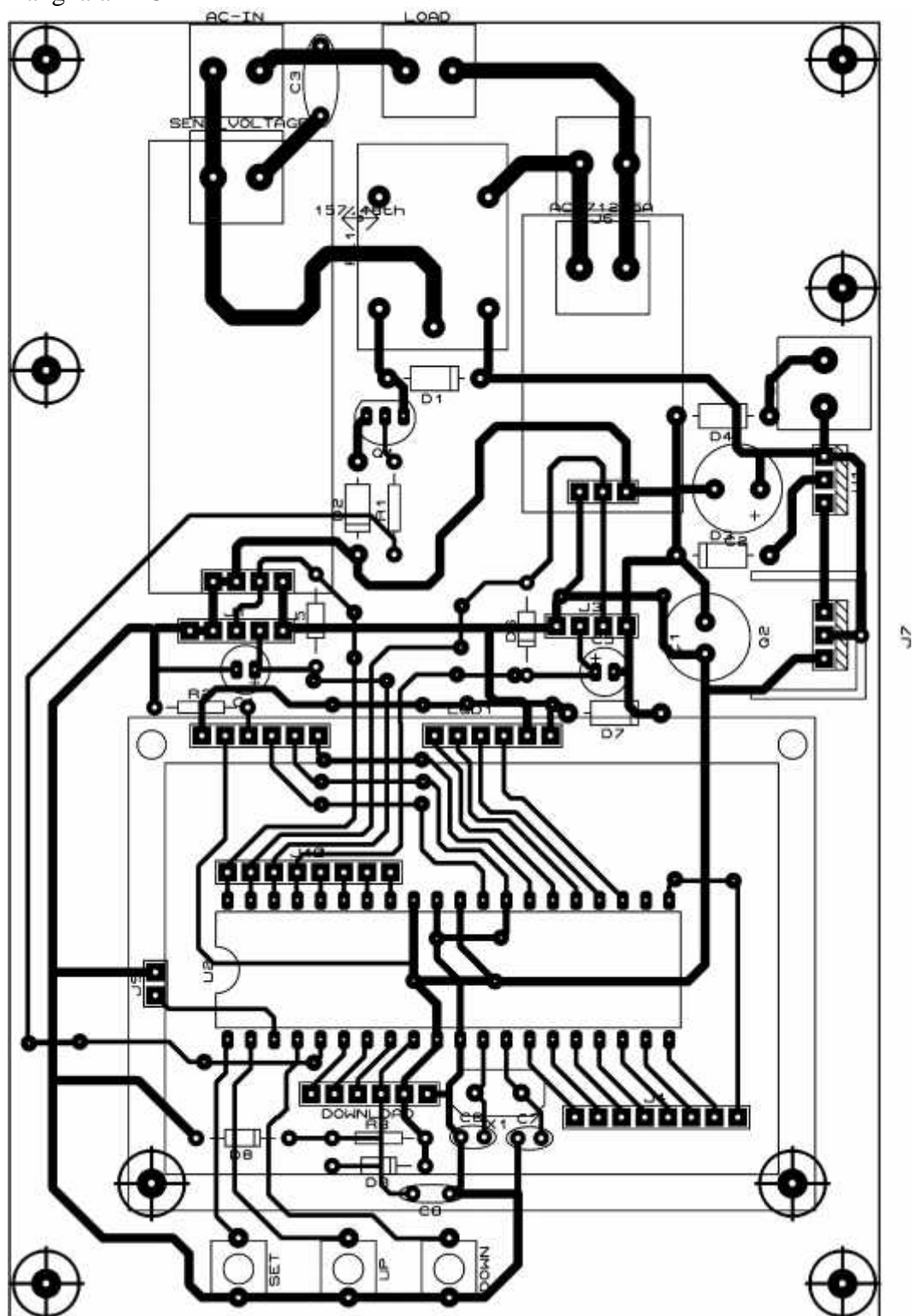
while (1)
{
  Get_arus(input_arus);
  Get_NegArus(input_arus);
  Get_volt(input_tegv);
  baca_data();

  if(indeks_relay==1 && relay==1)
  {
    if(((unsigned int)arus*100>1)
    {pulsa=detik%2;
    if(pulsa==1&&indeks_pulsa==1)
    {
      data_temp = daya + data_temp;
      if(data_temp>=3600)
      {data_36k =(((float) data_temp/3600) + data_36k);
      data_temp = 0;
      data_1k = ((float) data_36k/1000);
      data_kwh = data_1k*harga;
      }
      indeks_pulsa=2;
    }
    if(pulsa==0&&indeks_pulsa==2)
    {
      data_temp = daya + data_temp;
      if(data_temp>=3600)
      {data_36k =(((float) data_temp/3600) + data_36k);
      data_temp = 0;
      data_1k = ((float) data_36k/1000);
      data_kwh = data_1k*harga;
      }
      indeks_pulsa=1;
    }
  }
  }
  display();
  tombol();
  if((((unsigned int)tegangan>=100) && indeks_relay==0)
  {relay=1;indeks_relay=1;}
  if(set_arus<(arus*10)){relay=0;}
  if(indeks_harga==1)
  {
    indeks_harga=0;
  }
}
}

```

3. Rangkaian PCB



3. Dokumentasi Pengujian Alat
 - a. Pengujian Awal



b. Pengukuran Daya Bor Listrik



c. Pengukuran Daya Rice Cooker



d. Pengukuran Daya Dispenser



e. Pengukuran Daya Pompa Air



f. Pengukuran Daya Setrika



